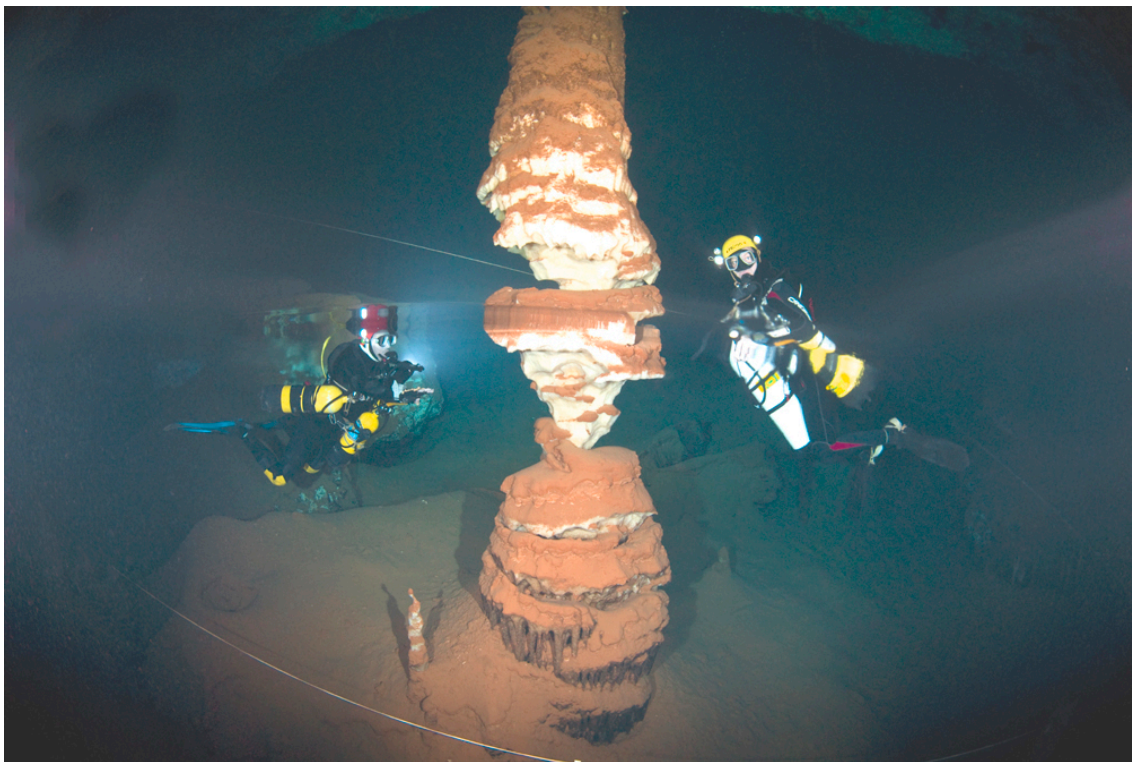


## **MEMÒRIA D'INVESTIGACIÓ**

# **LES CAVITATS SUBAQUÀTIQUES DE LES ZONES COSTANERES DEL LLEVANT I MIGJORN DE MALLORCA (Mediterrània occidental): ELS EXEMPLES DE LA COVA DE SA GLEDA (Manacor) I DE LA COVA DES COLL (Felanitx)**



**Francesc GRÀCIA LLADÓ**

**Departament de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears  
Grup Nord de Mallorca (GNM). Federació Balear d'Espeleologia**

**Director: Dr. Joan J. FORNÓS**

**Departament de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears**

*A la meva família, per les llargues absències*  
*Als companys del Grup Nord de Mallorca*

***In Carlos Pérez Vázquez i Marco Moreno García Memoriam  
Que moriren a la cova de sa Punta des Moro (Manacor) el  
17/VIII/2002 i a la cova J-1 (Capdepera) el 12/X/2004***

# ÍNDIX

<b>1. PREÀMBUL.....</b>	<b>9</b>
<b>2. INTRODUCCIÓ.....</b>	<b>11</b>
<b>3. MATERIAL I MÈTODE.....</b>	<b>17</b>
3.1. Equipament d'espeleologia vertical.....	17
3.2. Equipament personal de busseig espeleològic.....	18
3.3. Material de topografia subaquàtica.....	29
3.4. Material de fotografia subaquàtica.....	29
3.5. Mètode topogràfic.....	32
<b>4. LES EXPLORACIONS SUBAQUÀTIQUES AL CARST COSTA- NER DEL LLEVANT I MIGJORN DE MALLORCA.....</b>	<b>35</b>
4.1 Història de l'espeleobusseig a Mallorca.....	35
4.2 Els resultats exploratoris.....	43
4.2.1 ELS DESCOBRIMENTS DE NOVES SALES I GALERIES.....	44
4.2.2 LA CONNEXIÓ ENTRE COVES JA CONEGUDES.....	45
4.2.3 LES XARXES SUBTERRÀNIES INUNDADES.....	48
4.3. Altres aportacions al coneixement científic.....	50
4.3.1. APORTACIONS BIOESPELEOLÒGIQUES.....	50
4.3.1.1. Crustacis aquàtics anquihalins.....	50
4.3.1.2. Organismes sèssils filtradors.....	51
4.3.1.3. Fauna diversa.....	52
4.3.2. TROBALLE PALEONTOLÒGIQUES.....	52
4.3.2.1. Organismes del Miocè dipositats abans de la formació de la cova.....	52
4.3.2.2. Organismes del Quaternari que varen entrar dins les cavitats.....	52
4.3.3. DESCOBRIMENTS ARQUEOLÒGICS.....	54
4.3.4. RECERQUES DE CARÀCTER GEOESPELEOLÒGIC55	
4.3.4.1. L'estructura de les cavitats.....	57
4.3.4.2. Les formes de corrosió en la zona de mescla.....	60
4.3.4.3. Els espeleotemes de les cavitats inundades.....	60
4.3.4.4. Cavitats litorals com a captures càrstico-marines i surgències submarines.....	61
4.4. Conservació i protecció.....	64
<b>5. GENERALITAT DE L'ESPELEOGÈNESI I CONDICIONANTS LITOLÒGICS DE LES CAVITATS LITORALS.....</b>	<b>66</b>



<b>6. COVES LITORALS COM A HÀBITATS ANQUIHALINS DE LES BALEARS. CATÀLEG ESPELEOLÒGIC I FAUNÍSTIC.....</b>	<b>73</b>
6.1 Definició d'hàbitat anquihalí.....	73
6.2 Inventari de cavitats amb hàbitats anquihalins del litoral Balear.....	74
6.3 Inventari del poblament animal (espècies estrictament subterrànies).....	77
6.4 Avaluació de l'estat de conservació de les cavitats.....	77
 <b>7. LA COVA DES COLL (Felanitx, Mallorca).....</b>	 <b>81</b>
7.1 Introducció.....	81
7.2 Història resumida de les exploracions i de les feines de camp.....	81
7.3 Descripció resumida de la cavitat.....	83
7.4 Superposició de la cavitat respecte de la superfície.....	89
7.5 Espeleogènesi.....	89
7.6 Morfologies de corrosió.....	91
7.6.1 Megaformes.....	91
7.6.2 Macroformes.....	94
7.6.3 Mesoformes.....	96
7.6.4 Microformes.....	100
7.7 Els espeleotemes.....	103
7.8 Sales d'esfondrament.....	104
7.9 Els sediments.....	107
7.10 Característiques hidrogràfiques de la cavitat.....	118
7.11 Part faunística.....	120
7.12 Impactes que afecten a la cavitat: pressió urbanística i abocaments d'aigües residuals.....	153
 <b>8. LA COVA DE SA GLEDA. SECTOR CLÀSSIC, SECTOR DE PONENT I SECTOR CINC-CENTS (Manacor, Mallorca).....</b>	 <b>155</b>
8.1 Introducció.....	155
8.2 Història resumida de les exploracions.....	157
8.3 Aspectes tècnics.....	159
8.4 Descripció general de la cavitat.....	160
8.5 Espeleogènesi.....	172
8.6 Hidrologia.....	177
8.7 Morfologies de corrosió.....	179
8.7.1 Megaformes.....	181
8.7.2 Macroformes.....	182
8.7.3 Mesoformes.....	184
8.7.4 Microformes.....	190

8.8 Espeleotemes indicadors de nivells de corrosió.....	194
8.9 Sales d'esfondrament.....	197
8.10 Els sediments.....	202
8.11 Altres aspectes del rebliment.....	225
8.12 Aspectes sedimentaris.....	227
8.13 La roca encaixant.....	228
8.14 Espeleotemes.....	230
9. AGRAÏMENTS.....	234
10. BIBLIOGRAFIA.....	237



**LES CAVITATS SUBAQUÀTIQUES DE LES ZONES COSTANERES DEL LLEVANT I MIGJORN DE MALLORCA (Mediterrània occidental): ELS EXEMPLES DE LA COVA DE SA GLEDA (Manacor) I DE LA COVA DES COLL (Felanitx)**



## 1. PREÀMBUL

Aquesta memòria és una part del treball que formarà la tesi doctoral, per part de l'autor, sobre les cavitats subaquàtiques de les zones costaneres del Llevant i Migjorn de Mallorca (Mediterrània occidental).

La intenció de les investigacions és efectuar l'exploració i documentació de les cavitats litorals de Mallorca amb continuacions sota l'aigua i la descripció de les galeries i sales que les formen. També s'estudia la relació entre si de cavitats veïnes i amb les dolines d'esfondrament de la superfície. Altres aportacions al coneixement científic són la descripció de les morfologies de corrosió presents, l'estudi dels perfils hídrics i la relació amb la gènesi de les coves, els condicionants litològics i estructurals, l'estudi dels sediments i la relació entre els aportos externs i els autòctons, la distribució de les sales d'esfondrament, la explicació dels tipus d'espeleotemes i llur distribució, les troballes paleontològiques, l'estudi de la fauna aquàtica present, les captures càrstico-marines, les cavitats com a surgències submarines, els descobriments arqueològics, així com la importància i la problemàtica de la seva conservació i protecció, són alguns dels temes als quals es pretén fer aportacions amb aquestes tasques.

Els estudis tractats a la present memòria, especialment referents a la cova des Coll i a la cova de sa Gleda, es complementaran amb altres que s'han efectuat i s'efectuen a les més importants cavitats litorals submergides. Per què s'han triat aquestes dues cavitats per a aquesta memòria?. La cova des Coll, perquè a més de drenar les aigües d'infiltració, es produeixen importants intercanvis hídrics entre la mar i la cova regits pels canvis baromètrics que es tradueixen en corrents d'intensitat apreciable i les repercussions biològiques i geològiques que aquest fet suposa. També pel fet de que una part important de la cavitat es troba per davall del nucli urbà de Portocolom i és un bon exemple de la problemàtica de la conservació d'aquest espais naturals. La cova de sa Gleda s'ha seleccionat per les grans dimensions de la cavitat i per les evidències geomorfològiques d'horitzons d'aigües agressives químicament, també per la seva relació amb importants esfondraments, alguns dels quals es convertiren en entrades a la cova, així com per poder demostrar la relació d'aquests amb els tipus de sediments presents.

Les tasques de recerca efectuades a la cova des Coll s'iniciaren l'any 1994 i han fet falta exploracions i treballs al llarg de 6 anys, que han suposat 60 dies d'immersions la primera campanya (1994, 1995 i 1996) i 65 dies d'immersions la segona (2003, 2004

i 2005). Les feines de busseig efectuades sumen 124 dies. El total de temps de busseig supera les 900 hores dins la cavitat, sense tenir en compte les tasques de preparació de l'equip ni de transport del material. La cova compta amb dues entrades naturals i dos pous artificials que connecten amb la cova. Una de les entrades naturals comunica amb la mar i l'altra es localitza a l'interior. Es tracta de la major cavitat de l'Estat Espanyol amb entrada submarina. La cavitat, pels valors naturalístics descoberts en aquestes investigacions, es va proposar i va ésser acceptada com a Lloc d'Interès Comunitari (LIC) conforme als criteris generals establerts per el Consell d'Europa.

L'altra cavitat inclosa en aquesta memòria es troba encara en fase d'exploració. Les feines iniciades per nosaltres a la cova de sa Gleda es varen iniciar l'any 1997 i fins el 2009 ha suposat 300 dies d'immersions espeleològiques. El total de temps de busseig supera les 2000 hores dins la cavitat, sense tenir en compte les tasques de preparació de l'equip ni de transport del material. La cavitat està situada a la marina de Manacor, a la possessió de Son Josep Nou, a 36 m sobre el nivell del mar i a una distància aproximada del litoral de 1,7 km. La cavitat, pels valors naturalístics descoberts en aquestes investigacions, es va proposar i va ésser acceptada com a Lloc d'Interès Comunitari (LIC). El complex subterrani juntament amb les dolines d'esfondrament (relacionades amb la pròpia cavitat), així com el conjunt càrstic de la zona de Son Josep, Cala Varques i Can Frasquet fan d'aquesta zona una part fonamental del patrimoni natural mallorquí. Part de l'interès que posseeix està en la singularitat d'aquesta gran cavitat litoral de la zona de mescla, que de moment es la de major recorregut subaquàtic d'Europa amb aquesta gènesi, 10.500 m de recorregut, i ocupa a nivell mundial la desena posició, per darrera els grans sistemes inundats de Mèxic.

Per acabar aquest preàmbul, m'agradaria justificar la llarga llista d'agraïments de què consta aquesta memòria. S'ha de tenir present que la immensa tasca de camp efectuada d'ençà de 1994, ha comptat amb la col·laboració d'amics i companys, en especial de la secció d'Espeleobusseig del Grup Nord de Mallorca, i també agrair a la resta de membres de la Federació Balear d'Espeleologia que d'una manera o una altra han contribuït en fer-ho possible. Diversos investigadors han aportat també un important bagatge d'aportacions, entre ells vull destacar al director de la memòria d'investigació, el Dr. Joan J. Fornós. Els treballs que constitueixen aquesta memòria s'han pogut dur a terme en estar finançats parcialment gràcies als projectes de l'Obra Social de "SA NOSTRA", Caixa de Balears, dins les convocatòries d'ajuts per a projectes de Conservació de la Biodiversitat dels anys 2003 i 2008.

## 2. INTRODUCCIÓ

Mallorca, encara que té una extensió reduïda, posseeix importants i variades cavitats d'elevat interès pel que fa a la seva exploració subaquàtica. Aquestes es poden diferenciar en coves d'abrasió marina, cavitats freàtiques litorals i galeries de drenatge. De les coves d'abrasió marina, molt abundants per tot el litoral mallorquí, no ens ocuparem en aquesta memòria per no tenir un origen càrstic i de les galeries de drenatge, presents a la serra de Tramuntana, tampoc per no estar-hi presents al Migjorn ni Llevant de Mallorca. Les cavitats freàtiques litorals són les que caracteritzen pròpiament el carst costaner, encara que molt influenciades per l'evolució litoral (GRÀCIA & CLAMOR, 2002).

Figura 2.1 Principals cavitats litorals de Mallorca amb continuacions subaquàtiques.

La recerca de prolongacions subaquàtiques a les cavitats litorals del Migjorn de Mallorca ha proporcionat interessants fruits i ho segueix fent actualment. L'exploració dels llacs de coves inèdites i d'altres cavitats ja inventariades, en molts de casos aporta novetats importants que modifiquen notablement la importància de les cavitats i permet



entendre'n millor la gènesi, l'evolució i la connexió que presenten entre sí algunes coves i la relació amb la part exterior del carst.

Una característica d'aquest tipus de cavitats és el contrast que presenten en comparació amb els sifons de les galeries de drenatge, pròpies de la serra de Tramuntana i de moltes coves europees. A les coves litorals mallorquines hi ha sales voluminoses subdividides per col·lapses i massissos estalagmítics que incrementen molt el recorregut i no pas els sifons rectilinis, més estrets i senzills. Aquest fet provoca importants diferències de càlcul del recorregut, segons el criteri que s'adopti.

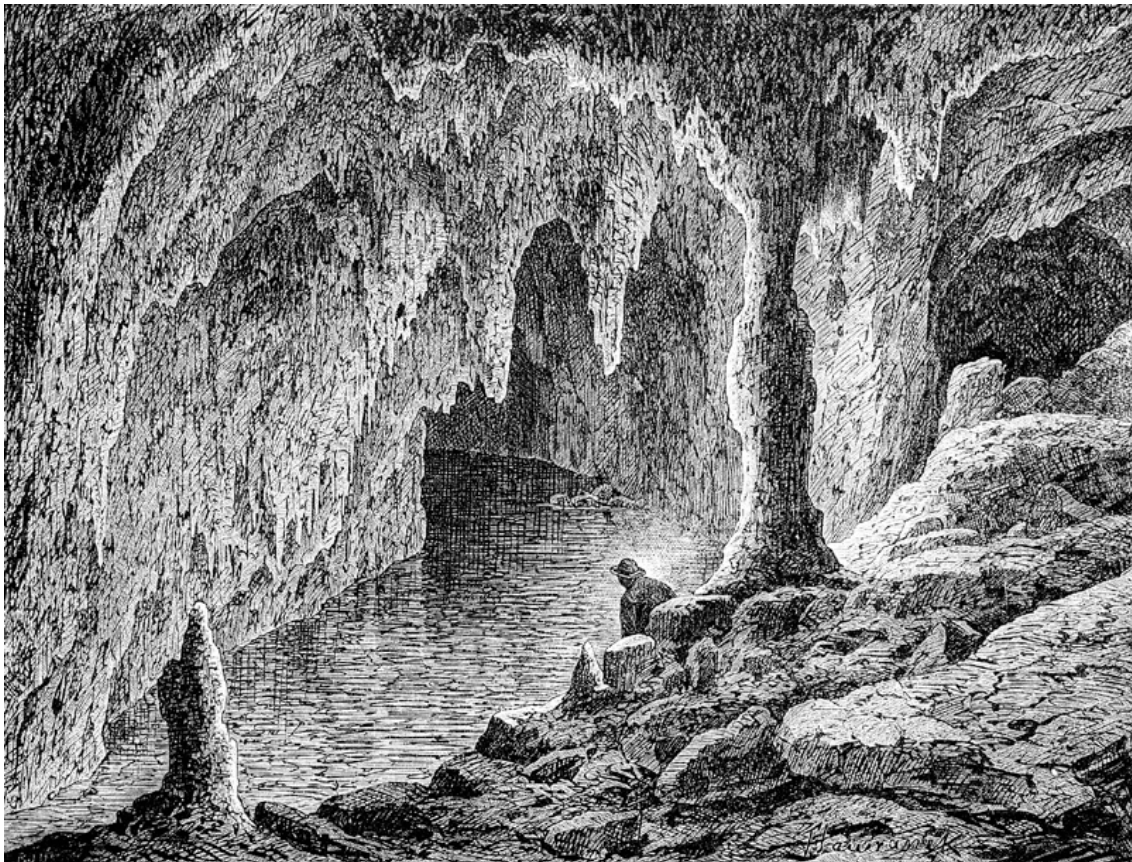


Figura 2.2: Litografia de les coves del Drac. Correspon a l'etapa pre-espeleològica, que compren des de 1862 fins a 1895. És l'època prèvia al naixement de l'espeleologia.

També presenten una disposició de sales i galeries més anàrquica i mala de preveure en explorar les xarxes inundades (GRÀCIA & CLAMOR, 2002).

Passam a comentar breument les aportacions més significatives que s'han fet, al Llevant i Migjorn de Mallorca, des del punt de vista topogràfic i de descripció



morfològica de les parts vadoses o inundades de les cavitats, però practicables sense material d'immersió, per posteriorment fer especial incidència a les recerques efectuades a les parts submergides completament. Segons GINÉS (1993) es poden distingir quatre etapes en la història del coneixement espeleotopogràfic de les Illes Balears, què amb l'ampliació suggerida per VICENS & PLA (2001) i modificada per la nostra pròpia visió s'amplien a cinc:

1- l'etapa pre-espeleològica, que compren des de 1862 fins a 1895. És l'època prèvia al naixement de l'espeleologia. L'estudi de les cavitats de la plataforma calcària del Llevant i Sud de Mallorca ha estat objecte d'interès des de les darreries del segle XIX (GINÉS *et al.*, 2008). De fet, una de les espectaculars cavitats subterrànies que es desenvolupen en aquests materials carbonatats del Miocè superior –concretament les coves del Drac, al municipi de Manacor– fou documentada molt d'hora per viatgers i erudits com l'Arxiduc Lluís Salvador d'Àustria (HABSBURG-LOTHRINGEN, 1884) o GAY & CHAMPSAUR (1885).

2- L'etapa dels espeleòlegs pioners, entre 1896 i 1945. Destaquen les contribucions d'en Martel, Maheu i Faura i Sans. Les coves del Drac foren explorades i estudiades detingudament, amb posterioritat, per part d'Edouard-Alfred Martel, personatge considerat un autèntic pioner de l'espeleologia europea. Aquest investigador francès elaborà una detallada descripció i topografia de la cavitat (MARTEL, 1896).

Figura 2.3: Les més antigues exploracions subaquàtiques de cavitats balears de les quals hagi quedat constància impresa corresponen a Menorca, per part dels catalans Antoni Ballester i Francesc Sibila (del grup ERE) i Armengol i Assens (del grup GES), els anys 1954 i 1955.



3- L'etapa de les campanyes espeleològiques catalanes, entre 1945 i 1970. Llopis-Lladó, Thomas-Casajuana i Montoriol-Pous del Grup d'Exploracions Subterrànies (GES) de Barcelona en són els principals. No suposen aportacions importants a l'estudi de les cavitats que ens ocupen, llevat del cas de la sala d'entrada de la cova des Drac de Cala Santanyí, que investiguen l'any 1968 (MONTORIOL, 1970).

4- L'etapa de naixement i consolidació de l'espeleologia mallorquina, que s'inicia l'any 1971 i es perllonga fins a l'any 1993. Es caracteritza per una immensa producció topogràfica, principalment efectuada pels següents grups: Grup Espeleològic EST, Speleo Club Mallorca (SCM), Grup Nord de Mallorca (GNM), Secció d'Espeleologia del Grup Excursionista de Mallorca (GEM) i Secció d'espeleologia de

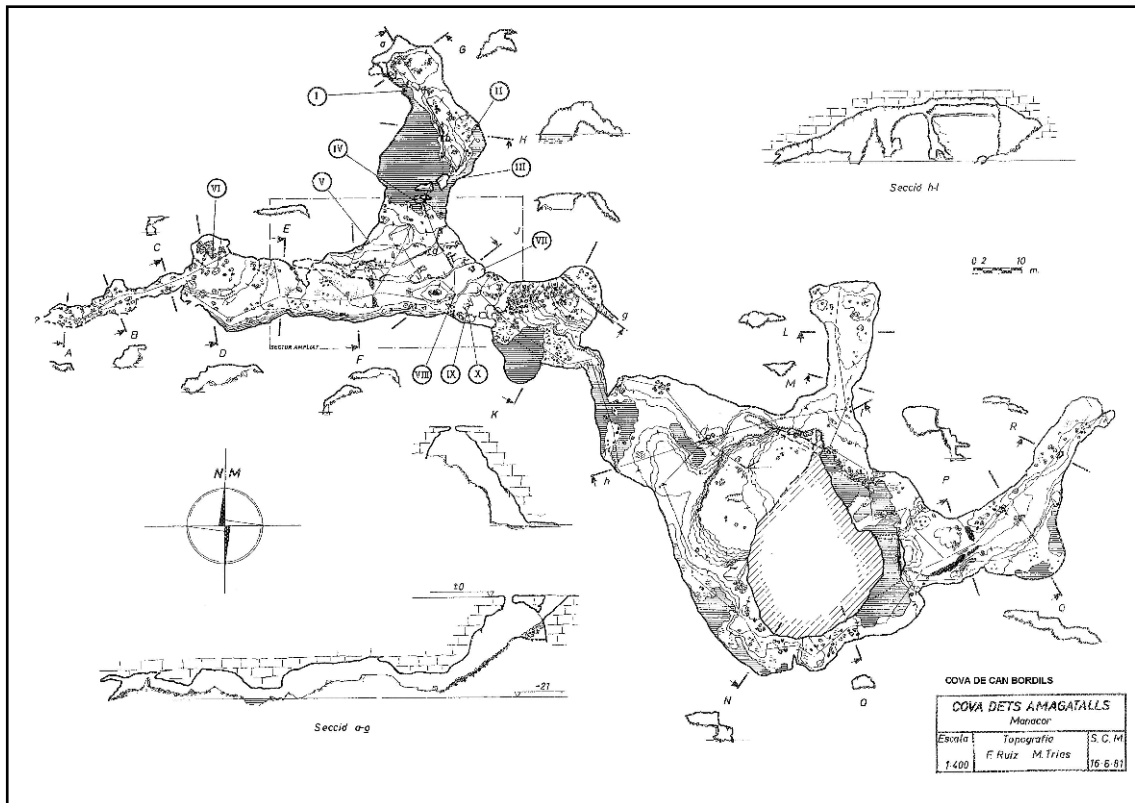


Figura 2.4: Topografia de la cova dels Amagatalls, realitzada per en Miquel Trias i Francesc Ruiz, de l'SCM l'any 1981.

l'ANEM. En aquest període, als voltants de Can Frasquet, a la marina de Manacor, GINÉS & GINÉS (1976) realitzen l'estudi de les coves del Pirata i TRIAS & MIR (1977) documenten a un article clàssic i de consulta obligada dins l'espeleologia mallorquina fins a 14 fenòmens endocàrstics en tan sols 1 Km<sup>2</sup>, que es veu complementat anys després a TRIAS (1992), a on descriu la cova des Coloms. L'article de TRIAS (1981) de la cova dels Amagatalls és molt interessant, des del punt de vista arqueològic i de descripció de la cavitat. Una nova expedició catalana (GARCIA *et al.*, 1986) descobreix interessants continuacions a les coves del Pirata. A FORNÓS *et al* (1989) s'estudia des del punt de vista geològic i biològic l'entrada de la cova de sa Gleda. Un treball cabdal és el de GINÉS & GINÉS (1992), a on s'efectua una revisió

històrica exhaustiva de la gènesi de les coves del Drac, al temps que es proposa un nou model explicatiu on es contempla la seva formació en la zona de mescla litoral. A les darreries d'aquest període es realitzen diverses campanyes a Mallorca procedents de bussos britànics de coves CLARKE (1991, 1991-1992).

5-D'ençà de 1994 (VICENS & PLA, 2001) es va iniciar la cinquena etapa, la de les campanyes espeleològiques subaquàtiques mallorquines. L'inici ve donat amb una campanya a la zona de Portocolom i com a fruit es troba i topografia entre d'altres la cova des Coll (GRÀCIA *et al.* 1997). Les importants exploracions subaquàtiques realitzades en coves litorals de la regió càrstica del llevant han permès precisar encara més els trets morfològics de les coves d'aquesta part de l'illa FARR (1997-1998), GRÀCIA & CLAMOR (2001a, 2002) GRÀCIA *et al.*, (1997, 1998a, 1998b, 2000, 2003a, 2003b, 2005, 2006a, 2006b, 2007a, 2007b, 2009a, 2009b). Nosaltres hi

Figura 2.5: Inici de la cinquena etapa de l'espeleologia mallorquina: la de les campanyes espeleològiques subaquàtiques mallorquines, que s'iniciaren a la cova des Coll, a Portocolom.



afegim com a part d'aquesta cinquena etapa (que coincideix plenament amb el mateix any d'inici, l'any 1994), el començament dels importants descobriments exploratoris de la cova des Pas de Vallgornera, efectuats inicialment mitjançant l'exploració aquàtica amb vestits de neoprè (GINÉS & GINÉS, 2002). Les troballes efectuades en aquesta cova, situada al migjorn de Mallorca, han suposat una autèntica revelació espeleològica que s'ha vist reflectida a nombroses publicacions (MERINO, 1993, 2000; MERINO *et al.*, 2006, 2007, 2008; GRÀCIA *et al.*, 2009a, 2009b). Els grups que han participat, han

estat la secció d'espeleologia de l'ANEM, Grup Espeleològic de Llubí (GELL), Grup Espeleològic Voltors, Grup Espeleològic EST (EST) i Grup Nord de Mallorca (GNM).

Dins d'aquest període, TRIAS (2000) realitza una ampliació de l'estudi de la cova des Moro, ubicada al terme de Manacor. La tesi de GINÉS (2000), suposa un important compendi dels estudis del carst litoral del Llevant de Mallorca. A GINÉS *et al.* (2007), es publiquen tres cavitats de les rodalies de Porto Cristo (Manacor), entre les quals destaca la cova de s'Ònix. GINÉS (2000), GINÉS *et al.*, (2008), GINÉS & GINÉS (2007) i GINÉS & GINÉS (2009) són treballs imprescindibles per entendre l'espeleogènesi i classificació de les cavitats litorals mallorquines.



Figura 2.6: Any 1995, a l'entrada terrestre de la cova des Coll. Es localitza dins una dolina d'esfondrament que permet l'entrada a les zones situades sota el nivell freàtic.

En definitiva, els darrers anys, la investigació detallada d'algunes cavitats ja conegudes del Sud i Llevant de l'illa ha suposat l'exploració dels sistemes espeleològics més extensos de Mallorca (GINÉS *et al.*, 2008): la cova des Coll a Felanitx (GRÀCIA *et al.*, 1997, 2005; GRÀCIA & CLAMOR, 2006b), la Cova de sa Gleda, al municipi de Manacor (GRÀCIA & CLAMOR, 2001a, 2006a; GRÀCIA *et al.*, 2007b), i la Cova des Pas de Vallgornera, a Lluçmajor (MERINO, 1993, 2000; MERINO *et al.*, 2006, 2007, 2008; GRÀCIA *et al.*, 2009a, 2009b), desenvolupats en els dipòsits postorogènics miocens i amb uns recorreguts subterranis que superen amb escreix els 7.000, 10.500 i 63.000 m respectivament. Aquestes troballes recents han aportat noves perspectives sobre l'espeleogènesi a la regió càrstica del Migjorn i Llevant (GINÉS *et al.*, 2008) i situen les cavitats subaquàtiques de Mallorca com a referent de cavitats litorals de l'Estat Espanyol i d'Europa (FARR, 2000). Emperò, sens dubte, el més remarcable d'aquestes dades espeleomètriques és que les coves de major longitud de les Illes corresponen a sistemes càrstics litorals parcialment o total negats sota l'actual nivell de la mar, fet que dificulta en gran mesura la seva exploració (GINÉS & GINÉS, 2002).



### 3. MATERIAL I MÈTODE

#### 3. 1. Equipament d'espeleologia vertical

En algunes de les cavitats s'ha hagut d'emprar material d'espeleologia vertical per poder-hi accedir als llacs, o per facilitar el transport del material d'immersió, com és el cas de la cova d'en Bassol o de la cova de sa Sínia. Bàsicament es tracta de cordes de diversa longitud i de 1 cm de diàmetre i també d'escals tipus electron, clàssiques a l'espeleologia, especialment per superar trams verticals de menys de 20 m de desnivell. D'aquest equipament, propi de l'espeleologia terrestre, no en parlarem per no fer massa feixuc aquest apartat. Tampoc farem menció de l'equipament personal d'espeleologia terrestre que s'ha fet emprar a les zones aèries de les entrades, o per progressar entre sifons.

Figura 3.1: Transport de l'equipament d'immersió mitjançant tècniques pròpies de l'espeleologia vertical. Per arribar fins al nivell freàtic dins les cavitats, en ocasions fa falta emprar molt de temps i d'esforç físic.



## 3. 2. Equipament personal de busseig espeleològic

### 3.2.1. VESTIMENTA DE NEOPRÈ

La temperatura habitual de l'aigua de les cavitats del Migjorn de Mallorca, és de devers 18°-19°C, llevat de les galeries del sector des Poble, prop de l'entrada submarina de la cova des Coll i de l'entrada de la cova de sa Gleda, que es veuen influenciades per les temperatures externes. Per a protegir a l'espeleòleg subaquàtic de l'hipotèrmia, l'equip personal de vestimenta ha estat de tres tipus: vestit humit de neoprè, a on entra l'aigua fins a formar-se una microcapa d'aigua que es posa a la mateixa temperatura corporal. A cavitats amb poca fondària, com és el cas de la cova des Coll, a on la poca



Figura 3. 2: Vestimenta de neoprè utilitzada l'any 1995 a la cova des Coll. Els preparatius previs a les immersions comporten hores de preparació.

pressió no comprimeix les microbimbolles del neoprè, és més que suficient el vestit humit, encara que de gruix superior als 7 mm. També s'ha combinat amb una jaqueta curta de neoprè interior de 3 mm, que millora la capacitat de resistència aïllant. En algunes de les campanyes i casos concrets s'ha emprat vestimenta de neoprè microporosa, més delicada, però amb propietats isotèrmiques més efectives. La vestimenta semiestanca no ha resultat molt eficient, tan pel poc efecte aïllant al llarg de diverses hores, com per espanyar-se molt sovint les cremalleres dorsals, encara que s'ha emprat al llarg d'alguns anys. Els vestits estancs o vestits secs, connectats amb una bombona

per inflar-se i provist de vàlvules de buidat, són més eficients per aïllar del fred, ja que es porta roba eixuta davall, a més de la capa d'aire, però resulta més incòmode per bussejar i també és més voluminós. En el supòsit de que es produís la perforació o rotura del vestit provocaria la inundació de l'interior i l'entrada d'aigua freda i l'increment



sobtat del pes del bus, que faria molt perillós i dificultós el retorn, en ocasions a distàncies properes als 2 quilòmetres de l'entrada. S'ha emprat tanmateix habitualment per part d'alguns dels membres de l'equip a la cova de sa Gleda, ja que les fondàries que assoleixen valors de fins a 25 metres i temps de busseig que superen les 4 hores ho fan recomanable. La major pressió fa menys efectiva la capacitat aïllant del neoprè, sense proteccions interiors. També, el fet d'inflar-se mitjançant vàlvules connectades a un tanc d'aire fa que serveixi d'armilla hidrostàtica, a més de la que ja es porta. L'aïllament es complementa a més de la caputxa de neoprè i escarpins pels peus, amb guants de poc gruix, per no perdre sensibilitat tàctil, molt important per seguir el fil-guia de tornada amb visibilitat zero amb la mà. El temps de vida de la vestimenta de neoprè, amb l'elevat ús i desgast de les immersions dins cavitats, està al voltant d'uns 2 anys.



Figura 3.3: La quantitat de material que es fa servir per realitzar les tasques a les cavitats litoral sota l'aigua és molt elevada i suposa una despesa econòmica de gran envergadura.

### **3.2.2. CASC**

Acompleix una doble funció, per una part protegir el cap de cops, caigudes i possible impacte de pedres i formacions del sostre i parets. Per altra banda, serveix com a base a on van subjectes les llanternes i el focus de llum, mitjançant elàstics. El retorn de la immersió, en condicions de visibilitat zero, fa que sigui molt freqüent copejar el cap amb el sostre o sortints de roca i espeleotemes. S'empren cascs de piragües d'aigües braves o d'espeleologia adaptats. Les característiques de les immersions de les cavitats mallorquines, amb visibilitat dolenta de tornada i l'aproximació fins a les zones inundades, ho fan un element imprescindible, en comparació al busseig dins els cenotes de Yucatan o les cavitats de Florida, a on no se sol emprar.

### **3.2.3. INSTRUMENTS DE TALL**

S'han de portar com a mínim dos instruments de tall (ganivets, estisores o altres), per tallar el fil al final d'una exploració i recuperar el rodet de fil o per tallar possibles embolics amb el fil-guia i l'equipament personal del bus, en casos d'impossibilitat de desfer-se amb les mans.

### **3.2.4. COMPUTADORES D'IMMERSIÓ**

A cavitats amb poca fondària (cova des Coll) o si s'empra únicament aire com a gas per respirar, s'han fet servir computadores habituals tipus Aladin-pro, per la seva senzillesa. En els casos d'haber emprat per respirar aire enriquit amb oxigen (nitrox), cas de la cova de sa Gleda, és imprescindible fer servir computadores que permetin introduir manualment el percentatge de la mescla d'aire. S'han emprat els ordinadors Gekkos. El més segur és emprar a la vegada dues computadores per comparar els resultats de les dues i vigilar la possible errada d'una d'elles o fins i tot en cas de rotura o inundació. Els ordinadors integren el profundímetre, el rellotge i calculen i optimitzen els càlculs de descompressió i d'aturades de desaturació del bus. Integren dades com la temperatura de l'aigua i les immersions successives, el temps de permanència en superfície, el nitrogen residual acumulat en els teixits, etc. Darrerament també feim servir els ordinadors VR-3 que es poden emprar amb aparells de respiració de circuit tancat.





Figura 3.4: Transport de material d'immersió dins la cova des Pas de Vallgornera. El desgast que sofreix el material d'immersió dins les cavitats és molt elevat, tant en el mateix transport, com a les condicions de feina sota l'aigua. Aquests fets suposen que s'hagi d'anar substituint de forma contínua.

### 3.2.5. BOMBONES

És l'eina més feixuga de transportar, pel pes per unitat i per l'elevat nombre de tancs que es necessari emprar. Són els contenidors artificials d'aire, fabricats en diversos materials. Nosaltres hem emprat d'acer i d'alumini. Les darreres tenen l'avantatge d'esser més lleugeres pel transport fins a l'aigua, emperò s'han de compensar amb ploms per evitar tenir una flotabilitat positiva, especialment a la tornada cap a la sortida de la cova, una vegada que s'ha consumit una part important dels gasos, amb la disminució pertinent del pes, que pot representar fins a 10 kg de diferència respecte al començament de la immersió, especialment en casos de portar 4 o 5 tancs de gran capacitat. S'han emprat d'una variada gamma de volums, segons la cavitat i el sector o lloc concret de la cavitat i del tipus de feina que s'ha de fer (pel temps d'immersió). Hem emprat a la cova de sa Gleda tancs normalment de 20 l, 18 l, 15 l, 12 l, 10 l, 5l. A la cova des Coll, per les menors dimensions i fondària de la cavitat s'han fet servir especialment les de 10 l, en nombre de 3, encara que per feines concretes s'han fet servir també d'altres volums. S'han portat per parelles, entre 2, 3, 4 i 5 tancs per persones, essent el més freqüent el nombre de 4. La pressió de càrrega ha estat de 200 atm, encara que en alguns casos s'ha arribat a unes 240 atm. Per a poder fer les



Figura 3.5: El cansament físic previ i posterior a la immersió, a causa de l'esforç físic molt elevat és un factor de risc de patir accidents de descompressió.



tasques a les cavitats i configurar els tancs per les diferents tasques i missions, el nombre de tancs que es tenen per escafandrista superen les 12 unitats. La rosca dels tancs de la griferia és del tipus DIN, ja que es tracta d'un sistema pel qual la primera etapa dels reguladors va enroscat a la griferia i forma un bloc molt més compacte que no pas la connexió anomenada “internacional”. En els casos d'emprar 4 o 5 bombones molt pesades i feixugues s'ha optat per subjectar al tanc, mitjançant elàstics, tires de material lleuger que sura dins l'aigua per tornar les bombones neutres. La incorporació paulatina d'aparells de circuit tancat disminueix a la meitat el nombre de bombones necessàries, i a més a més com a seguretat en cas de malfuncionament de l'aparell reciclador d'aire, per la qual cosa es podran amagar prop del llac d'entrada i no serà necessari tampoc efectuar els esgotadors viatges amb els tancs .



Figura 3.6: Inicis de les exploracions a la cova des Coll. S'empraven tribotelles col·locades dorsalment.

### 3.2.6. TIPUS DE GAS EMPRAT PER RESPIRAR (AIRE O NITROX)

L'aire comprimit és el que s'ha fet servir a la cova des Coll, per mor de la poca fondària de la cova i que fa innecessari emprar mescles de gasos, ja que no s'entra mai en descompressió. En el cas de la cova de sa Gleda s'empra preferentment nítrix 38, 36

o 32, per disminuir la quantitat de nitrogen present als teixits de l'escafandrista i disminuir el risc de sofrir un accident descompressiu, especialment pel cansament previ de baixar tot l'equip fins als llacs i en acabar la immersió fer el mateix de tornada. Això s'aconsegueix incrementant el percentatge d'oxigen a la mescla. Les actuals immersions s'estan fent també mitjançant aparells de circuit tancat, que proporcionen un nitrox al bus ideal per a cada fondària a on es troba.

### **3.2.7. ARNESOS**

S'han emprat en ocasions en algunes cavitats o bé per galeries molt angostes. Es tracta d'atalatges que ens permeten fixar els tancs al nostre cos mitjançant anelles que amb els corresponents mosquetons permeten subjectar les botelles mitjançant el sistema lateral. No contenen ales o zones que s'inflin amb aire. Generalment s'empra aquest sistema únicament per a 2 tancs i de volum no superior als 12 l. A la cova des Coll s'ha emprat en multitud d'ocasions, especialment a la primera campanya d'exploracions (anys 1994, 95 i 96). La ventaja és el poc embalum que representa en comparació amb el fet de portar un xalec hidrostàtic. Es pot passar per passos molt estrets amb més facilitat. La desavantaja ho suposa el fet de que s'ha de tenir una flotabilitat molt controlada, ja que no es té cap element que permeti regular la flotabilitat i que de tornada possiblemet la flotabilitat sigui positiva, una vegada eliminada una part dels gasos de les bombones.

### **3.2.8. ARMILLA HIDROSTÀTICA**

És un altre element de l'equip personal molt important, ja que permet regular la flotabilitat del bus, i que permet transportar fins a 5 tancs segons la configuració lateral o anglesa. Van connectats amb una bombona que permet inflar-los a voluntat segons les necessitats del moment fins al seu volum màxim. Es porten fins a 4 tancs laterals i 1 de ventral. Generalment es deixen els tancs al llarg del recorregut de la cavitat, un pic s'ha consumit 1/3 dels gasos. S'ancoren al fil-guia, per recuperar-los una vegada es retorna. El seu volum i característiques són molt variables. En casos de volum insuficient per portar tancs d'elevat pes (20 o 18 l d'acer) s'ha complementat fixant als tancs, mitjançant elàstics, estructures que suren i que facin disminuir el pes relatiu del tanc dins l'aigua. Al llarg d'aquests anys s'han hagut de baratar en diverses ocasions, ja que l'ús dins una ambient tan abrasiu suposa un elevat desgast.

### 3.2.9. REGULADORS I MANÒMETRES

Constitueix la peça clau vital i més delicada per a la seguretat del busseig dins cavitats. Del seu bon funcionament dependrà la vida de l'espeleòleg. Sempre s'han portat com a mínim duplicats, amb manòmetres de pressió per tanc, aquests connectats amb la primera etapa del regulador mitjançant un tub curt, ja que és més còmode i està pensat per poder consultar la pressió a una distància més propera, que no pas si es du a l'esquena. Al llarg de les tasques efectuades s'han hagut de substituir al llarg dels anys reguladors amb problemes de funcionament greus. La major part dels que s'han emprat, especialment els darrers anys han estat el model Titan de la casa Aqualung. Les immersions en aigua amb elevada quantitat de sediments fa que s'hagin espanyat en bastants ocasions. En els casos de que els hi hagi entrat aigua al seu interior ha suposat la rotura del manòmetre de pressió, fet que es tradueix en que l'agulla indicadora de la pressió d'aire del tanc no funcioni i quedi en posició fixada, amb l'elevat risc que aquest fet suposa. Per cops o de forma sobtada s'han espanyat diversos reguladors al llarg de la immersió, provocant fins i tot una pèrdua del gas del tanc gairebé total.

Figura 3.7: Instantants previs abans d'una immersió amb 4 bombones laterals i un foc ventral de gran potència, a més a més a més d'un propulsor per assolir sectors llunyans amb més rapidesa, menys esforç i menys consum d'aire. El resultat final es una optimització de les tasques.



### 3.2.10. LASTRE

Únicament s'han emprat en casos de portar pocs tancs o de poc pes, ja que les immersions amb molts de tancs l'elevat pes fa que s'hagi de compensar amb elements que suposin major flotabilitat per a poder mantenir la flotabilitat neutra. També la

pressió, que comprimeix el vestit suposa que a més fondària menys pes és necessari, ja que la vestimenta comprimida disminueix la flotabilitat, cosa que no succeeix a pocs metres. En casos extrems de flotabilitat positiva dins la pròpia cavitat s'han substituït els ploms per pedres que se subjecten de diferents formes al cos. A la feina efectuada a la present memòria han estat necessaris ploms de forma habitual a la cova des Coll.

### 3.2.11. LLANTERNES I FOCUS

La primera campanya d'immersions efectuada a la cova des Coll, així com a les cavitats explorades els anys 1994, 95 i 96 es van fer únicament amb llanternes col·locades al casc mitjançant brides o elàstics, i també alguna portada a la mà o fixada a l'avantbraç. La poca capacitat lumínica limitava considerablement la distància de visió, per la qual cosa moltes continuacions passaven desapercebudes a una certa distància de l'espeleòleg. Actualment és la part de l'equipament que més ha sofert



Figura 3.8: S'ha d'estudiar i tenir molt present el consum elèctric de la il·luminació a les zones terrestres abans i després de les immersions, i també a possibles sor-tides a sales amb aire.

l'evolució i millora en relació a la capacitat lumínica, duració de les bateries i pes de les bateries. La il·luminació basada en focus amb bateries de plom, de liti, de níquel-cadmi o d'altres materials i làmperes halògenes de 10 a 50 wats i també bombetes amb leds ha modificat absolutament la visió que se tenia de la cavitat. A la pràctica les llanternes han quedat relegades a la il·luminació d'emergència o per a petits sifons i cavitats a on el pes, embalum i fragilitat del focus desaconselli el seu ús. El nombre de llanternes ha d'esser com a mínim de tres combinades amb un focus de llum principal, per la qual cosa les llanternes només s'empren com a llum auxiliar i d'emergència i per immersions perllongades per posar en funcionament un pic acabada la bateria del focus. Tanmateix, les millores constants en la qualitat del llum i duració ha fet que algunes llanternes comencin a esser per elles mateixes suficients com a llums principals. A Mallorca la

major part de les ocasions s'ha emprat el focus situat al casc, com si es tractés d'una llanterna més, mentre la bateria se porta al costat d'un tanc o subjecta a l'armilla hidrostàtica ventralment o dorsalment, cas d'emprar aparell de circuit tancat. El nombre de llanternes que al llarg d'aquests 17 anys d'immersions espeleològiques s'ha hagut de substituir per inundacions, avaries o envelliment dels materials ha suposat una autèntica fortuna, al mateix que el nombre de piles usades, abans de que s'empressin les bateries i piles recargables i els focus, també amb bateries. El sistema d'engegar les llanternes de tots els que s'han tingut més eficient per evitar la inundació ha estat el de rosca, amb l'inconvenient d'haver d'emprar les dues mans per a l'operació i que cal vigilar no passar-se de rosca i provocar la inundació de la llanterna.

### **3.2.12. PROPULSORS**

També coneguts amb el nom de “torpedos” o “scooters”, són aparells dotats de motor elèctric i bateries, ensamblats dins una carcassa hermètica i propulsats mitjançant un hèlix. La utilitat bàsica és poder salvar grans distàncies amb un mínim esforç i per tant, amb molt menys consum d'aire. També disminueixen la turbidesa de l'aigua en passar amb més rapidesa i delicadesa per les galeries. L'inconvenient és el tornar amb visibilitat zero o molt escassa al llarg de molts de metres, que determinarà un major consum del busso, sense poder-ho fer servir i portant-lo aferrat a la mà. No necessàriament la brutor ha estat generada pel mateix bus, pot haver estat ocasionada per altres visitants o companys que coincideixen a la cavitat el mateix dia. També s'ha de tenir qualche tanc de reserva per si de tornada s'espanyes el propulsor, ja que no bastaria l'aire per arribar a l'entrada, en cas d'haver de tornar només amb l'esforç físic de les aletes. Els propulsors s'han deixats a llocs concrets per després efectuar les feines sense i es recollien de tornada.

La seva utilització ha estat, i és, fonamental per als sectors més allunyats de la cova de sa Gleda, excepte el sector de Ponent i el sector Antic. El model que empram és el UV-18 de la marca Silent-submersion d'origen canadenc. El seu pes és de 32 kg, que el fa bastant operatiu per transportar-lo fins a l'aigua. L'autonomia és d'uns 2 quilòmetres d'anada i 2 més de tornada, que està gairebé al límit de la capacitat per a les puntes més allunyades de la cova de sa Gleda. A la cova des Pas de Vallgornera l'any 2009 s'han començat a fer servir per accedir als llocs més allunyats i guanyar temps. A la cova des Coll no s'han fet servir per no esser massa operatius per mor de la poca fondària i el menor consum de gasos que aquest fet determina. Només s'han començat



a emprar d'ençà de l'any 2007, ja que abans no teníem capacitat econòmica per a poder adquirir-los i les prioritats de material per comprar eren unes altres.

### **3.2.13. RODETS DE FIL-GUIA**

S'han de diferenciar els rodets d'exploració o principals, que permeten instal·lar entre 100 i 300 metres de fil-guia i els auxiliars, que són d'entre 20 i 50 metres habitualment. Els rodets principals tenen la funció d'instal·lar-se al llarg d'una exploració i el fil-guia que s'instal·la es deixa a la cavitat de forma permanent. El fil-guia, de nylon d'entre 2 i 5 mil·límetres ha d'estar mesurat cada 5 metres mitjançant cinta aïllant marcada amb rotulador indeleble i és un element bàsic no només com a seguretat, sinó com a columna vertebral de la topografia de la cavitat. Els rodets auxiliars, o de bot, estan destinats a revisar algunes possibles continuacions de poca entitat, de seguretat per si es perd el fil-guia o bé per fer-lo servir com a rodet de bot, això és, passar d'un tram de la cavitat a un altre tram, separats ambdós per un bot, o tram sense fil-guia. Aquests bots de la guia, entre 1 i 20 m generalment, es fa per simplificar els recorreguts i evitar que altres bussos s'afiquin a llocs compromesos o que no interessa que es coneguin mentre s'exploren. En aquests casos es deixen instal·lats i fermats els rodets de bot i es retiren en sortir.

### **3.2.14. FLETXES**

Són de plàstic dur (ABS), normalment de color blanc o groc, encara que també es fan d'altres colors més cridaners. Se col·loquen al fil-guia i són imprescindibles per senyalitzar la sortida a on hi ha bifurcacions, i tenen la doble funció visual si la visibilitat de tornada ho permet i tàctil, en cas de visibilitat nul·la. També es col·loquen a certs llocs del fil-guia, encara que no tenguin bifurcacions, per recordar la direcció de sortida. A les cavitats litorals de Mallorca, extraordinàriament ramificades i complexes, són imprescindibles i s'empren en quantitats molt elevades.

### **3.2.15. TÈCNICA D'ESPELEOBUSSEIG SEGONS EL SISTEMA ANGLÈS O SISTEMA LATERAL**

La configuració de l'equip s'ha fet segons les tècniques britàniques de sistema de portar els tancs laterals i que consisteix bàsicament en portar les bombones subjectes a la cintura, una o dues a cada costat, a més d'un altra bombona opcional situat ventralment. Els tancs duen incorporat una abraçadera amb un ancoratge per enganxar a



les anelles de l'armilla o arnès, també ajudats mitjançant elàstics. La segona etapa del regulador penja mitjançant un sistema de gomes o cintes. Aquest sistema permet facilitar o possibilitar el pas per laminadors, gateres o altres zones estretes. Amb el sistema de tancs dorsals aquests passatges resulten més difícils de superar, a la vegada que el risc de quedar encaixats en una angostura és elevat. El fet de permetre accedir, un mateix, a la griferia, a les claus de pas dels gasos i a la primera etapa del regulador possibilita superar algunes possibles dificultats.

### **3.3. Material de topografia subaquàtica**

#### **3.3.1 BRUIXOLES**

Les empram normalment per topografiar, però puntualment poden ésser útils en casos de desorientació dins cavitats, sempre i quan es tenguí clar a on es troba el busso i es tenguí una topografia de la cavitat. El model emprat per nosaltres és el suunto, que en lloc de tenir una precisió de 10° en 10° té marques cada 5° i amb un poc de pràctica es pot aproximar amb un error de 1° o 2°.

#### **3.3.2. QUADERNS DE PRESA DE DADES**

Fets amb plàstic, permeten amb un llapis escriure sota l'aigua.

#### **3.3.3. ORDINADORS**

S'empren per fer la topografia com a profundímetre. En aquest sentit solen tenir una precisió major a la topografia terrestre a on s'empren clinòmetres.

### **3.4. Material de fotografia subaquàtica**

#### **3.4.1. MÀQUINES DE FOTOGRAFIA**

Els anys 1994 fins a 2004? vam emprar màquines de fotografia analògiques, amb la poca rentabilitat que es podia obtenir d'una sessió, ja que els rodets de fotografia eren només de 36 diapositives i no es veia el que es feia, en ocasions cap de les fotografies realitzades tenia bona qualitat per algun problema. D'ençà de 2005 s'han emprat màquines digitals, amb les quals el factor limitant de la sessió deixa d'ésser el nombre de diapositives per passar a convertir-se en l'autonomia dels flashos i l'aire disponible als tancs. A les cavitats del Migjorn i Llevant, a causa de l'elevada quantitat de sediments present, a excepció de la cova des Pas de Vallgornera, les zones per on

s'ha passat d'entrada no són aptes per tornar-se a fotografiar, per la qual cosa es fan sempre en sentit de la penetració dins la cavitat i de tornada es pleguen els braços dels flashos de la màquina. Si ja de per si és complicat la tornada i progressió en condicions de visibilitat zero, provists d'una gran, delicada i cara càtara, encara ho fa molt més complicat i delicat. Documentar les cavitats subaquàtiques té un gran mèrit i permet compartir aquests espais exclusius d'uns pocs espeleòlegs. A més de les màquines reflex (Nikon) d'elevades prestacions, també s'empren màquines compactes amb petits flashos incorporats o suplementaris per a poder fer fotografies de detall de morfologies o espeleotemes, ja que alguns detalls que es volen capturar amb imatges és més pràctic realitzar-los un mateix.



Figura 3.9: La realització de fotografies subaquàtiques dins cavitats presenta dificultats extremes i una gran especialització.

### 3.4.2. FLASHOS ESCLAUS

Aquests elements són fonamentals en la fotografia espeleològica, especialment per a donar sensació de profunditat i de volum, per la qual cosa s'han de menester als llocs espaiosos flashos d'elevat número guia. Els que més es varen emprar els primers



Figura 3.10: La coordinació entre els fotògrafs i els portadors dels flashos ha d'esser perfecta, ja que aquests són els que “pentinaran” i donen volum a la imatge. Per a la realització de fotografies de volum és imprescindible el poder coordinar diversos espeleòlegs submarinistes per intentar captar el volum de les sales i galeries.

anys han estat els IKELITE-400, d'origen Nord-americà, dels quals s'han arribat a tenir-ne 4 exemplars, encara que s'espanyen relativament sovint i el seu temps de vida útil és reduït. Actualment només ens queda un de funcional, ja que la casa no repara els flashos analògics. Tenen tres possibles posicions d'intensitat, en funció de la proximitats de les parets i sostre, així com del color de la roca i espeleotemes, ja que colors blancs reflexen el llum i han de menester menys intensitat de flash, que no pas un color fosc a on s'absorbeix pràcticament tota la intensitat de llum emesa. Els que ara empram, d'ençà del 2009 són els Subtronic gamma, alemanys i de molt bona qualitat i prestacions. Tenen 6 possibles posicions d'intensitat de llum emesa i l'angle d'obertura és molt elevat. Van connectats amb cable a les cèl·lules esclau, aquestes són fonamentals, ja que de no tenir un bon funcionament o sensibilitat no provoquen el dispar del flash. S'han tingut molt de problemes fins que es van aconseguir tres de molt bona sensibilitat fabricades a Itàlia de forma casolana per un especialista. Actualment s'estan fabricant per part d'un dels nostres fotògrafs altres 5 cèl·lules per no tenir problemes, ja que una de les antigues està fora de servei. Per fer fotografies de volum

s'ha hagut de comptar amb dos models, provists de flashos esclaus i amb les cèl·lules dirigides de cap al fotògraf. El model ha d'estar molt sintonitzat amb el fotògraf, ja que la posició d'ell, i cap a on apunti els flashos, regular la intensitat d'aquests i portar les cèl·lules de forma que estiguin dirigides en tot moment al fotògraf és bàsic per a poder realitzar bones fotografies.

### 3.5. Mètode topogràfic

La topografia d'una cavitat és l'eina de treball fonamental per saber les dimensions, direccions, desnivells, i altres dades de les formacions endocàrstiques. També és imprescindible per a veure la correspondència amb la superfície. Les cavitats com a megaformes queden representades amb la topografia en planta. La planimetria es pot relacionar amb la litologia i a més a més s'aprecien els condicionants estructurals. Del punt de vista biològic és molt útil per a situar la fauna i realitzar mapes de distribució bioespeleològics dins la cavitat. Els perfils i les alçades a la topografia ens permeten veure possibles indicis genètics generats a la zona de mescla d'aigües.

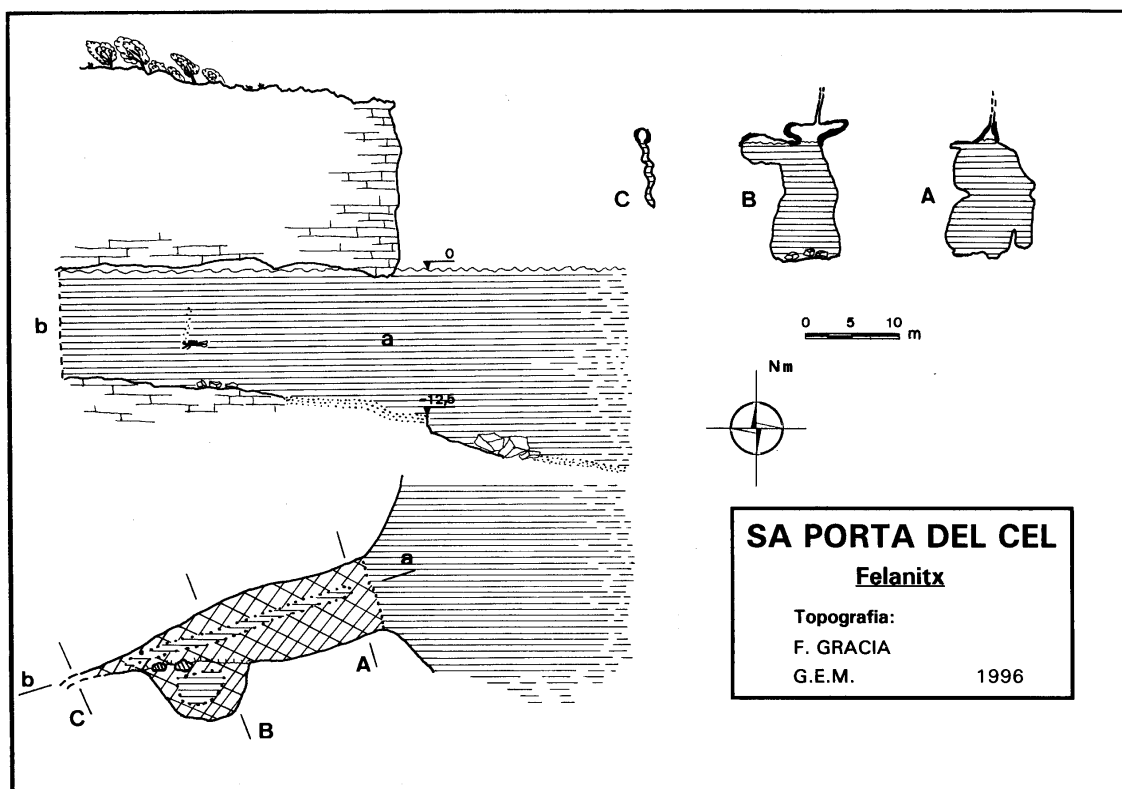


Figura 3.11: Exemple de topografia d'una cavitat subaquàtica senzilla al litoral de Portocolom (Felanitx). S'ha representat el perfil, planta i seccions. Els planols de les coves són una eina bàsica per al seu estudi a tots els nivells.



La presa de dades topogràfiques constitueix una tasca complicada, ja que convergeixen multitud d'elements hostils. Laminadors, galeries i passos estrets, zones amb gran quantitat de sediment que s'alça amb el pas de l'escafandrista, el fred, la pressió de l'aigua que implica l'acumulació de nitrogen i l'entrada en descompressió, la foscor del medi, les grans distàncies que separen les zones de topografia de les entrades de les coves i el poc temps relatiu de feina condicionat pel consum de l'aire converteixen aquesta activitat en una tasca esgotadora, ingrata i poc atractiva per a la majoria de bussos de coves, fet que explica que grans cavitats mundial no posseeixen topografia detallada i en tot cas només croquis poc fiables i únicament orientatius.

El mètode de treball per fer la planimetria de la major part dels trams subaquàtics ha estat el següent: primer s'explora instal·lant el fil-guia numerat cada 5 metres. En posteriors immersions es prenen les poligonals amb brúixola i les guies marcades i s'anota la profunditat (mesurada amb l'ordinador de busseig), tot això al quadern especial per escriure sota l'aigua. A diferència del que és habitual en altres cavitats, com per exemple als Cenotes de Mèxic, no es poden prendre les



Figura 3.12: Tasques topogràfiques de presa de dades a la cova des Coll.

poligonals a la tornada de l'exploració, ja que a Mallorca el que és normal és que la visibilitat sigui nul·la o estigui molt alterada. A llocs molt concrets i segons l'escala de la topografia, es prenen poligonals amb una cinta mètrica entre dos bussejadors, o entre bussejador i paret. Les poligonals constitueixen la columna vertebral de la topografia i la base que permetrà realitzar la resta de la planimetria de la cavitat. Posteriorment es torna a les zones de treball amb les poligonals traçades en paper mil·limetrat submergible i es dibuixen els contorns de les parets. Per a realitzar els perfils i seccions es retorna en dates posteriors (permetent així que el fang aixecat pels espeleobussejadors se sedimenti) i es prenen dades de profunditat del sostre i del fons a partir de les poligonals ja traçades; posteriorment amb les dades ja passades a fulls submergibles es dibuixen els sostres i el terra. Per fer les seccions de dimensions considerables s'utilitza el mateix procediment que pels perfils. Aquest sistema topogràfic implica molts de dies de treball, però una vegada efectuat permet obtenir més precisió i informació topogràfica de les cavitats i uns estàndards topogràfics poc usuals en espeleobusseig, que van més enllà dels croquis habituals en el busseig espeleològic. Les dades topogràfiques els primers anys es realitzaven damunt paper mil·limetrat amb un porta-angles i amb càlculs trigonomètrics per a fer la projecció projectada. Els darrers anys s'ha emprat el programa de topografia per ordinador "Visual Topo" a on s'introdueixen les dades topogràfiques de distàncies, direccions, amplades i alçades. La possibilitat de poder efectuar moltes immersions a les cavitats és el que permet captar més informació topogràfica, que seria totalment inviable si es tractàs de campanyes de pocs dies de duració. De totes formes, donada la complexitat de les cavitats mallorquines, el disposar de topografies detallades és l'arma més potent per a prosseguir l'exploració de les cavitats i trobar noves continuacions.

## 4. LES EXPLORACIONS SUBAQUÀTIQUES AL CARST COSTANER DEL MIGJORN DE MALLORCA

### 4.1 Història de l'espeleobusseig a Mallorca

Aquesta especialitat espeleològica a Mallorca es va iniciar a principis dels anys 70, en una època en la qual es varen començar a realitzar immersions amb escassos i rudimentaris mitjans tècnics per part d'espeleòlegs aprenents de submarinistes. Així, l'any 1971 es van atacar els breus sifons (galeries totalment submergides), però d'accés esgotador, de la cova de les Rodes (Pollença), a la serra de Tramuntana de Mallorca, per part de G. García i M. Hidalgo. Aquests, juntament amb LL. Astier i J. Cerdán, tots espeleòlegs catalans, realitzen l'any 1972 l'exploració i topografia de les continuacions subaquàtiques de la cova Marina des Pont (TRIAS i MIR, 1977), essent per tant la primera immersió documentada en una cavitat del Migjorn de Mallorca (Manacor). Un

dia després LL. Astier i J. Cerdán realitzen una immersió en un dels llacs de les coves del Pirata, també en el municipi de Manacor (GINÉS & GINÉS, 1976).

Miquel Garau del Grup Espeleològic EST, explora l'any 1974, 40 metres del



Figura 4.1: Primeres immersions documentades realitzades per mallorquins l'any 1973 dins cavitats litorals. Cova de ses Sitjoles (Campos).

sifó 2 de la cova dets Estudiants, si-tuada al municipi de Sóller, a la serra de Tramuntana. Altre pioner va esser Francesc Ripoll, del Speleo Club de Ma-llorca (Fig 4.1), que l'any 1974 realitzà un croquis de l'inici subaquàtic de la cova de sa Gleda (Manacor), a on localitza una gran campana d'aire a una vintena de metres de l'entrada



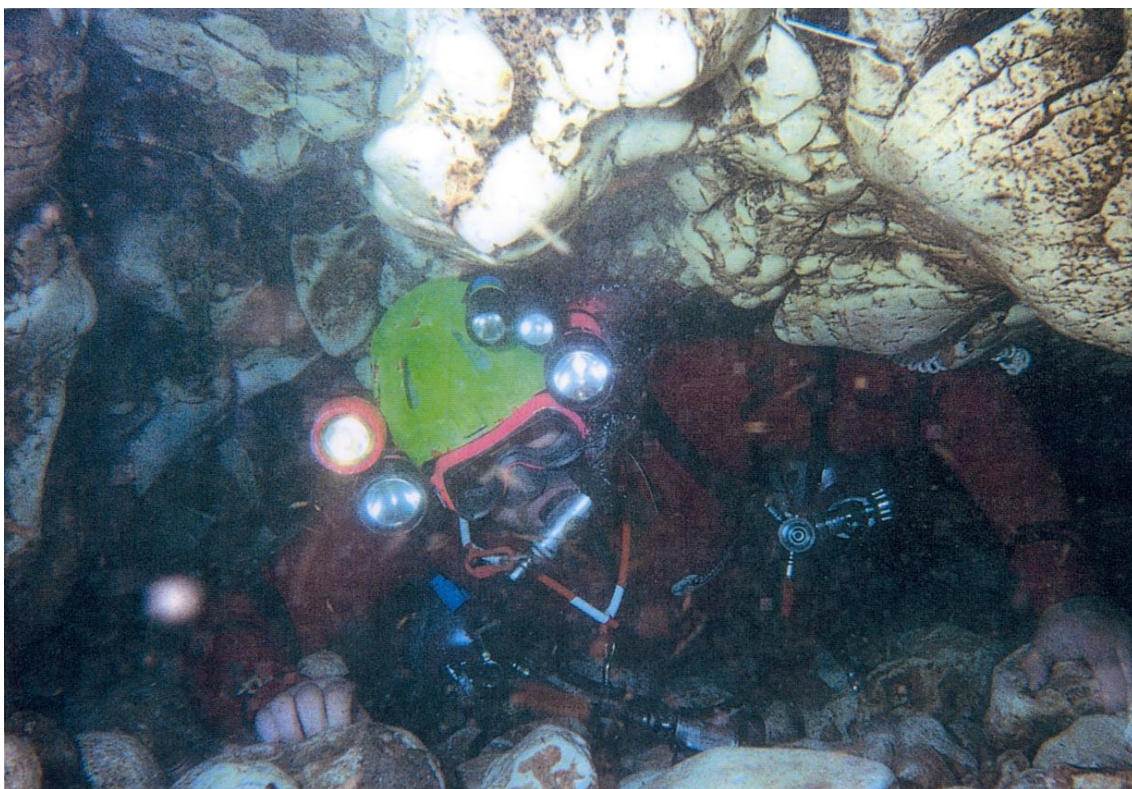


Figura 4.2: Exploració per part dels britànics de la surgència de cala Murta (Manacor). A finals dels anys 80 i començament dels 90 van realitzar diverses campanyes a Mallorca.

(FORNÓS *et al.*, 1989). La mentalitat exploratòria de l'època era principalment la de superar trams inundats per accedir a sales o galeries eixutes.

En aquesta dècada les tècniques de busseig no estaven encara adaptades al busseig espeleològic, emprant pràcticament la mateixa configuració de l'equip que dins mar. Els aparells de respiració autònoma anomenats bitràquees, eren molt rudimentaris i perillosos i normalment s'emprava una sola botella carregada a unes 120 atmosferes. La vestimenta era de goma. No s'empraven els rodets de fil guia autònoms, i s'anava fermat a una corda que anaven amollant des de l'inici del busseig els companys; a més a més, la comunicació era per estirades de la corda, fet que provocava fàcilment situacions de confusió i embolics i els accidents estaven a l'ordre del dia. El material d'immersió era extremadament car, poc fiable i mal d'aconseguir pels practicants de busseig no professional.

Als anys 80, Mallorca va passar a esser freqüentada per espeleobussejadors alemanys i xecs. Mentrestant també es realitzaven immersions per part de mallorquins en diferents cavitats de l'illa; així les exploracions efectuades els anys 1986 i 1987 per



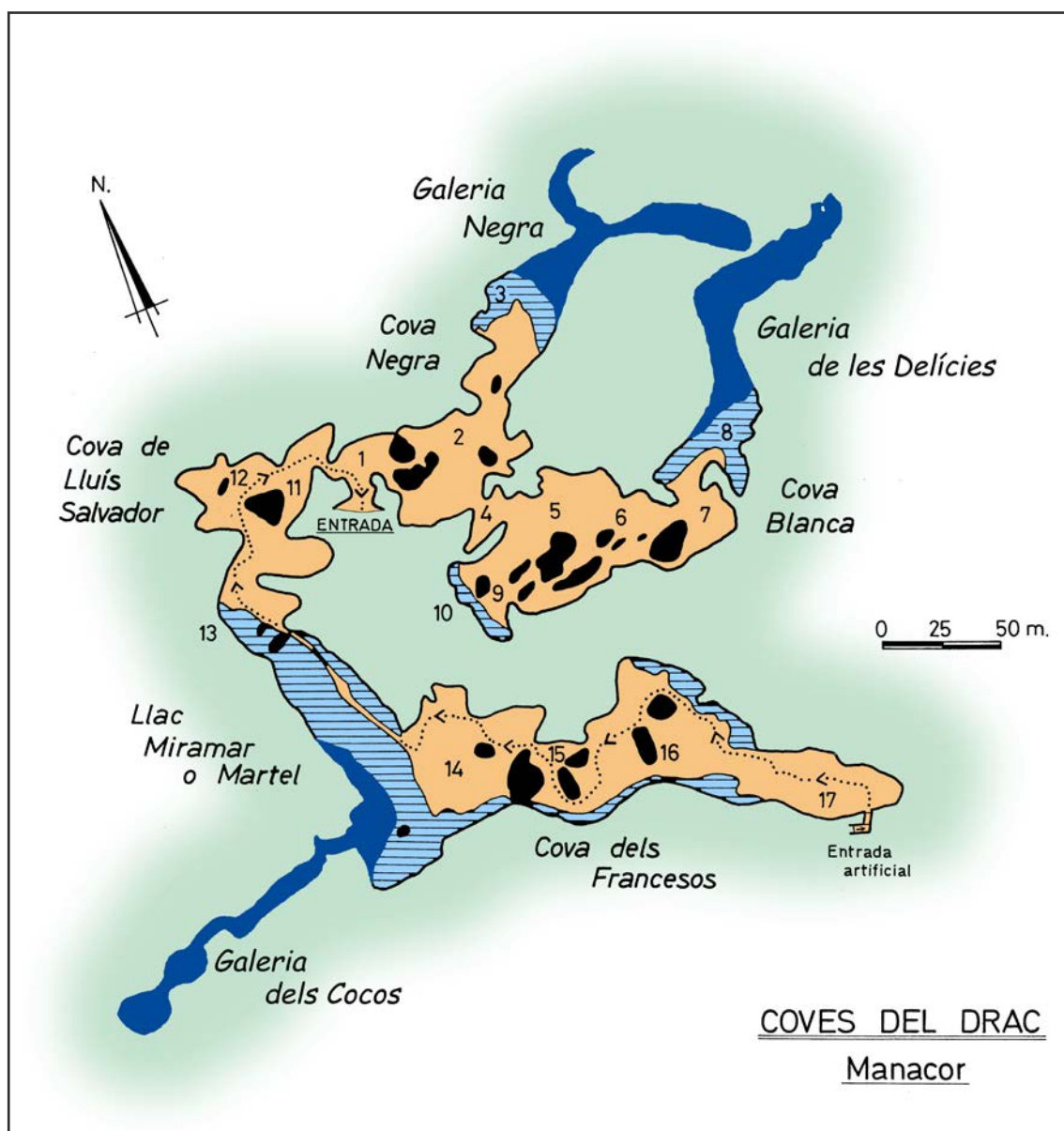


Figura 4.3: Les exploracions efectuades a les coves del Drac (Manacor) constitueixen les troballes més importants efectuades per les expedicions britàniques a Mallorca. Modificat de GINÉS & GINÉS (1992) i de CLARKE (1991).

Jaume Oliver del Grup Espeleològic EST, Martí Ginard i José María Álvarez “Jopelas” del GEM a la cova dels Estudiants (Sóller) i a la cova dels Bastons (Alcúdia) constitueixen una pàgina important de la història de l’espeleobusseig insular. A la primera de les coves citades, una galeria de drenatge activa situada a la serra de Tramuntana, Martí Ginard, en el tercer sifó, molt allunyat de l’entrada de la cova, aconseguia superar un pas estret, a més de 50 metres de fondària sota les aigües i materials havien progressat molt, ja s’empraven reguladors, però es tractava

d'expedicions que implicaven un gran desplegament de material i de recursos humans per ajudar a transportar el pesat i voluminós equipament, ideat per portar les botelles col·locades dorsalment.

De l'any 1988 ençà, un equip d'escafandristes gal·lesos del Cwmbran Caving Club, dirigits per Owen Clarke, va estar visitant regularment Mallorca, realitzant immersions a les coves litorals de la zona del Migjorn i als conductes actius de drenatge de la serra de Tramuntana (Fig.4.2). Les tècniques de progressió eren del tot revolucionàries: major independència del bussejador sense tenir que dependre de portejadors; material vital portat per duplicat, arnesos per dur les botelles col·locades lateralment per forçar passos estrets, rodets d'exploració i auxiliars, ordinadors de busseig i tota una sèrie de millores en l'equip. Endemés un factor important era que es tractava d'especialistes en el camp de l'espeleobusseig i no espeleòlegs o bussos d'aigües obertes que s'aventurassin esporàdicament dins les cavitats.

Les coves objecte de la seva atenció eren ben conegudes; les seves topografies havien sortit publicades a les planes de la publicació *Endins* o constaven a l'arxiu topogràfic de la Federació Balear d'Espeleologia i generalment no havien rebut gaire atenció dels escafandristes illencs. Emperò els tranquils llacs salabrosos de les coves de Manacor i Felanitx van resultar esser ben gratificants amb resultats importants en el camp exploratori que modificaren el registre de les cavitats mallorquines de més desenvolupament horitzontal. Les exploracions més destacades es feren a la cova dets Ases (Felanitx) i a les coves del Pirata i des Pont (Manacor). A la primera aconseguiren una comunicació directa amb la mar, després de superar dos sifons; el primer, de 11 m de llargada, connecta amb una sala de 117 m de llarg amb un llac al seu extrem SE, llac que després de 20 m de galeria inundada comunica amb la mar oberta. A la cova des Pont i coves del Pirata de Manacor, no troben gaires continuacions sota les aigües, però aconseguixen connectar ambdues coves l'any 1989. També realitzaren una primera immersió al llac de la cova d'en Bessó o cova Genovesa i a la cova des Serral, però troben poques continuacions. L'any 1990 es busseja a la cova de sa Gleda, explorant parcialment la sala Francesc Ripoll, sala de gran volum i molt decorada; també exploren el dolç o ullal de Cala Murta (CLARKE, 1991-92). L'any 1991 es troben importants continuacions al llac Negre, llac de les Delícies i llac Martel de les turístiques coves del Drac (Fig. 4.3), que constitueix la seva principal descoberta subaquàtica als carsts del Migjorn de Mallorca (CLARKE, 1991). Fins a l'any 1994 es realitzen campanyes en



Figura 4.4: Primeres immersions a la cova des Pas de Vallgornera, els anys 1992 i 1993 per part de membres del club CAS Triton i de l'ANEM.

algunes de les cavitats del Migjorn (FARR, 1997-98). No obstant, la descripció que s'elaborava sobre els descobriments era escassa i pobre, ja que no es reflectia en articles que documentessin suficientment les troballes. Els descobriments efectuats al carst del Migjorn pels espeleobussejadors gal·lesos no van esser tot l'espectaculars que haguessin pogut, ja que varen voler explorar moltes cavitats a la vegada sense aprofundir i forçar molts dels indrets. També s'ha de dir que tenien en molts de casos l'idea equivocada de que aquestes cavitats costaneres son galeries de drenatge, semblants a les de Gran Bretanya, amb una disposició del tot diferent al que són realment.

Paral·lelament, espeleobussejadors mallorquins del club Tritón i membres de l'ANEM (Fig. 4.4) realitzen els anys 91 i 92 l'exploració i topografia d'una sèrie de galeries subaquàtiques de la cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor), cavitat actualment protegida pel Govern de les Illes Balears, que es publicaren a la revista especialitzada en espeleologia *Endins* (MERINO, 1993).

D'ençà de l'any 1994, l'espeleobusseig a Mallorca va experimentar un canvi important que començà a partir de la superació dels sifons inicials de la cova des Coll

per part de Francesc Gràcia i Peter Watkinson de la secció d'espeleologia del Grup Excursionista de Mallorca (GEM), mentre realitzaven l'estudi de les cavitats del litoral d'una part del terme de Felanitx. Inicialment empraren metodologies arcaiques i una gran pobresa de mitjans, però va suposar el detonant vocacional d'un grup d'espeleòlegs insulars (membres de la Federació Balear d'Espeleologia) cap a l'especialització en l'exploració i estudi de les cavitats subaquàtiques (Fig. 4.5). Posteriorment es va incorporar Robert Landreth de la secció d'espeleologia del Club Ciclista Defensora Sollerense (CCDS) de Sóller, amb més coneixements tècnics, que van suposar una bona empenta a les progressions subaquàtiques. Owen Clarke, que havia estat realitzant i coordinant diverses campanyes a Mallorca contactà amb ells per incorporar-se al grup d'exploradors, el qual aportà a l'exploració de la cova des Coll, la tècnica de busseig espeleològic pròpia de Gran Bretanya, que permet forçar passos molt estrets i realitzar importants progressions. A les darreries d'aquesta època s'incorpora al grup Bernat



Figura 4.5: Primeres exploracions a la cova des Coll els anys 1994 i 1995 per part d'espeleòlegs mallorquins especialitzats en cavitats subaquàtiques.



Clamor del Grup Nord de Mallorca (GNM), que es convertiria en el millor espeleobussejador-punta de l'equip. Donades les característiques i el recorregut de la cavitat, les nombroses exploracions efectuades van servir de model per l'aprenentatge i la incorporació progressiva de les tècniques d'escafandrisme dins coves progressivament amb el propi descobriment de la gruta. Els membres fundadors, juntament amb altres que s'hi afegiren posteriorment, com Juan José Lavergne, Pedro Gracia i Miquel Àngel Gual, s'unificaren dins la secció d'espeleobusseig del Grup Nord de Mallorca (GNM). Aquests darrers deixen d'esser actius entre el 2001 i 2003, i s'incorporen a la secció Mateu Febrer, Pere Gamundí i Jaume Pocoví. D'ençà de 2009 els bussos de coves Miquel Perelló i Miquel Vives han format un altra agrupació dintre del grup espeleològic de Llubí (GELL). Aquests darrers han fet tasques de documentació fotogràfica i de filmació, així com algunes tasques d'exploració i topografia del sector Antic de la cova des Pas de Vallgornera. Fruit de les recerques de tots aquests anys ha estat l'estudi de moltes cavitats, entre les quals destaquen, de nord a sud: la font de ses Aiguades (GRÀCIA *et al.*, 2001c) (terme d'Alcúdia); la cova de s'Abisament (GRÀCIA *et al.*, 2006b) (terme de Sant Llorenç des Cardassar); la cova

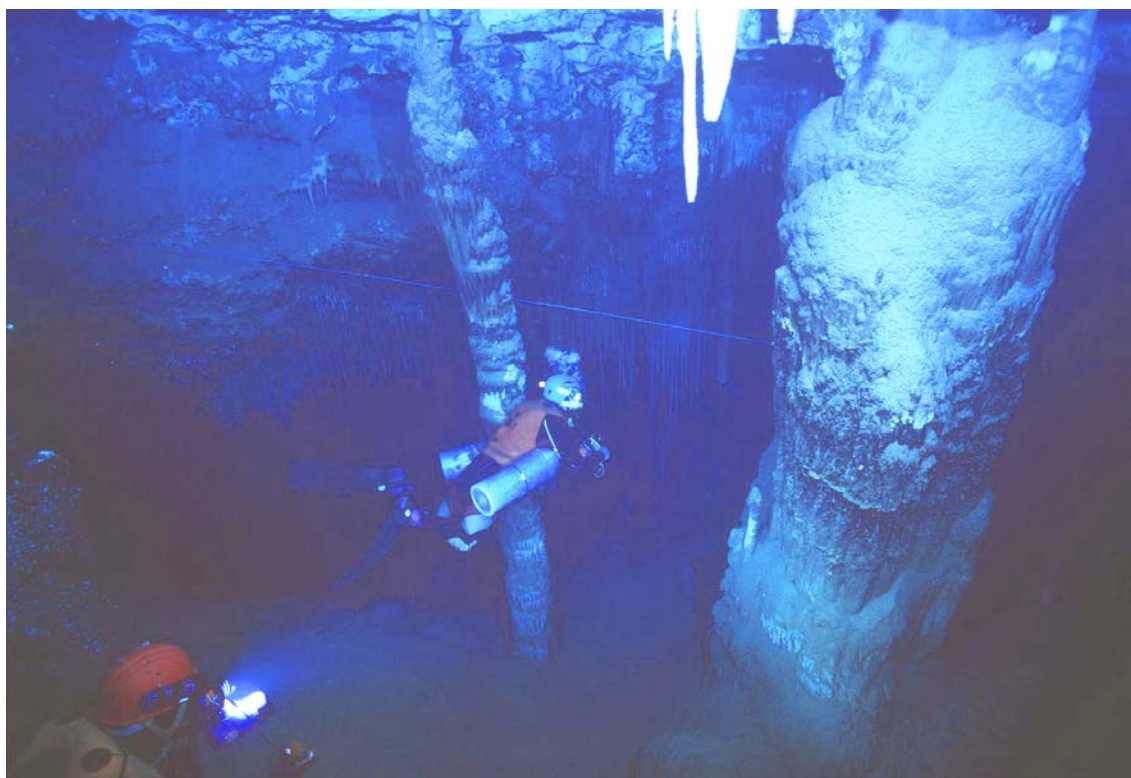


Figura 4.6: Exploracions de la cova de sa Gleda, major cavitat subaquàtica d'Europa per part de membres del Grup Nord de Mallorca.



Genovesa o cova d'en Bessó (GRÀCIA *et al.*, 2003a, 2003b), el sistema Pirata-Pont-Piqueta (GRÀCIA *et al.*, 2006a), la cova de Cala Varques B, la cova des Xuetes o cova de Cala Varques ACD (GRÀCIA *et al.*, 2000), la cova de sa Gleda (GRÀCIA & CLAMOR, 2001a; GRÀCIA *et al.*, 2007b) (terme de Manacor); la cova dets Ases, la cova des Coll (GRÀCIA *et al.*, 1997, 2005), la cova d'en Bassol o cova d'en Passol, la cova de Cala Mitjana (GRÀCIA *et al.*, 1998a; FORNÓS & GRÀCIA, 2008) (terme de Felanitx), la cova des Drac de Cala Santanyí (GRÀCIA *et al.*, 1998b) (terme de Santanyí) i la cova des Pas de Vallgornera (GRÀCIA *et al.*, 2009a, 2009b) (terme de Llucmajor). Moltes altres feines estan actualment en fase de preparació.

## 4.2. Els resultats exploratoris

Centrant-nos en el llevant i sud de Mallorca, les exploracions espeleològiques subaquàtiques, realitzades d'ençà de 1994 (GRÀCIA *et al.*, 2007a) i que formen el cos de la Tesi, han aportat nova llum que complementa l'esquema espeleogenètic proposat per GINÉS & GINÉS (1992) i GINÉS (1995 i 2000). Un dels aspectes més destacables que es desprenen de les investigacions recents és sens dubte el notable desenvolupament planimètric assolit per algunes cavitats, en particular com a resultat de l'exploració i topografia de les seves galeries submergides (GINÉS & GINÉS, 2009); aquest fet té el màxim exponent en el cas de la Cova de sa Gleda, a Manacor, que supera els 10 km de recorregut majoritàriament subaquàtic (GRACIA *et al.*, 2007b). Actualment és la cavitat

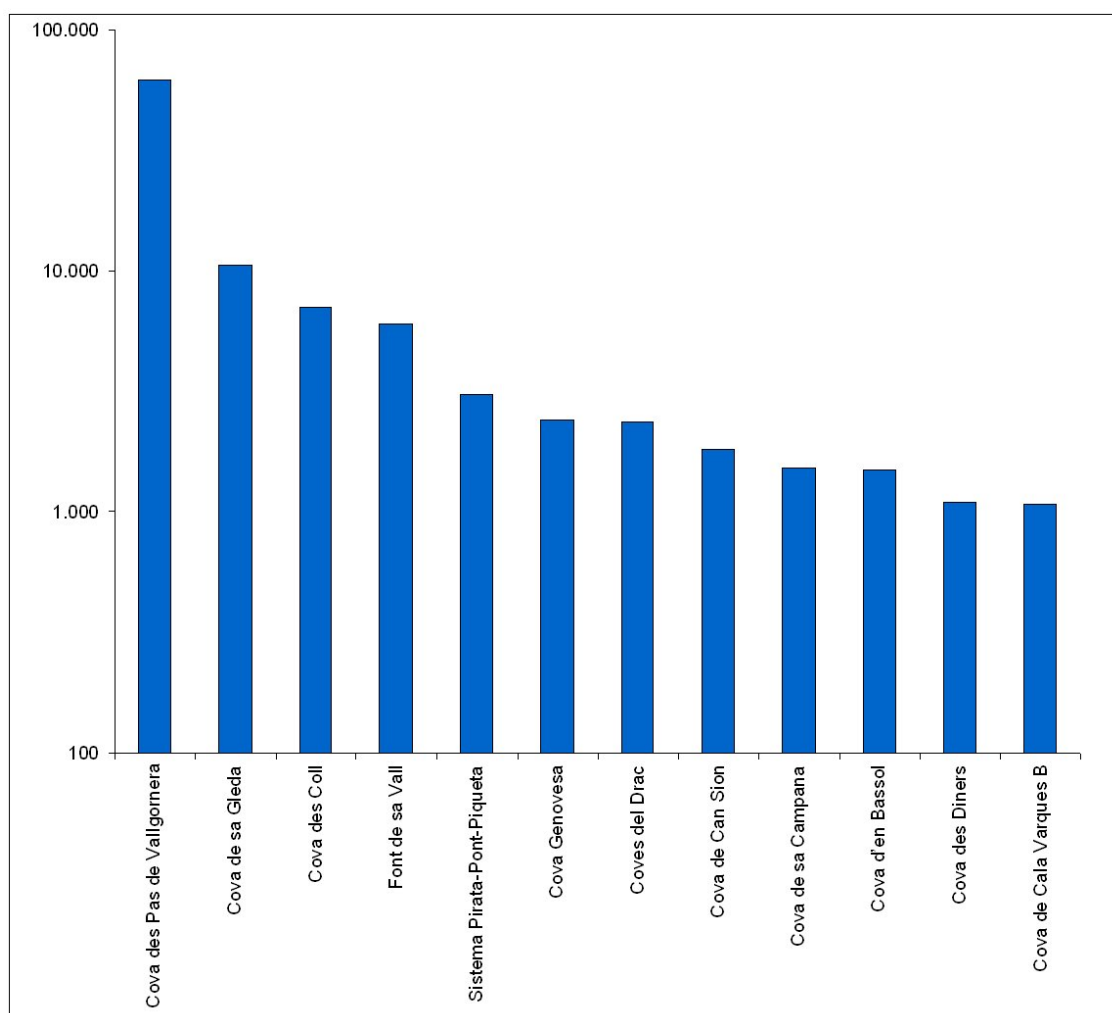


Figura 4.7: De les 12 cavitats de més recorregut de les Balears, 8 d'elles són coves de la zona de mescla costanera i una altra és una galeria de drenatge activa.

sotaiguada de més recorregut d'Europa. La cova des Pas de Vallgornera, cavitat de major extensió de les Balears, amb més de 65 km de galeries, posseeix 10.200 m de recorregut subaquàtic explorades recentment (GRÀCIA *et al.*, 2009a). És un fantàstic exemple de condicionament litològic que determina característiques netament diferenciades en el tipus de galeries i morfologies presents. Altres cavitats com la Cova es Coll, a Felanitx –també de dimensions notables, ja que assoleix els 7 km de desenvolupament– mostren un control estructural evident, al temps que tenen una funció de drenatge més activa, relacionada en bona mesura amb els fluxos provocats per les oscil·lacions mareals (GRÀCIA *et al.*, 2005). En general, resulta cridanera l'elevada connectivitat existent entre algunes coves properes, malgrat que el seu tret morfològic dominant sigui la concatenació de grans sales d'esfondrament gairebé independents les unes de les altres (GINÉS, 2000); aquesta situació queda ben representada pel sistema espeleològic Pirata - Pont - Piqueta, a Manacor, estudiat per GRÀCIA *et al.* (2006a).

Les perspectives futures d'investigació en aquestes excepcionals coves del Migjorn de Mallorca són d'una amplitud considerable.

#### **4.2.1 ELS DESCOBRIMENTS DE NOVES SALES I GALERIES**

L'estructura i característiques de les cavitats del Migjorn de Mallorca fan que gairebé a qualsevol lloc sigui possible trobar continuacions importants. La pràctica ens ha demostrat que les aparences enganyen, ja que llacs d'extensions considerables, gairebé no segueixen i reduïdes franges d'aigua, quasi obstruïdes i sense cap indicatiu de continuïtat han permès accedir a galeries i sales quilomètriques. Darrera formacions que tanquen el pas, llevant blocs i pedres d'un col·lapse o superant estretors és freqüent que apareguin noves extensions, tant per damunt com per davall del nivell freàtic (Fig. 4.8). Així s'ha pogut descobrir i explorar la cova des Coll, forçant estretors a la dolina d'esfondrament a on s'ubica l'entrada terrestre (GRÀCIA *et al.*, 1997); a la cova Genovesa o cova d'en Bessó, després de desobstruccions subaquàtiques de blocs al llac d'entrada i també a -17 metres sota les aigües i a més de 300 metres de distància des de l'entrada (GRÀCIA *et al.*, 2003a); a la cova des Drac de Cala Santanyí després de forçar el laminador del Purgatori i descobrir la sala del Cavaller (GRÀCIA *et al.*, 1998b); a la cova d'en Bassol o Passol, els accessos al sífó dels Somnis i al sífó Ocult (GRÀCIA *et al.*, 1998a) són només alguns exemples dels innumerables casos.

De fet, son poques les cavitats, en les quals sense forçar estretors i obstruccions no s'hagin trobat continuacions. En molts de casos tenim el convenciment ferm de que

més enllà d'alguns esbucaments la cavitat prossegueix de forma important, però es tracta d'obstruccions de tones de roca i blocs caiguts que impedeixen el poder superar la barrera i accedir-hi. Això ens va passar a la cova de sa Gleda abans de trobar el sector Cinc-cents i les importants continuacions actuals que se succeïren i a la cova de Cala Varques B l'observació de la topografia va estimular la revisió d'un lateral de la galeria i va determinar forçar un laminador i descobrir una sala de gran volum i fondària (la sala Fonda).

També la revisió de cavitats a les quals no havíem dedicat la nostra atenció, per mor de que ens havien assegurat que no continuaven, ja que molts de grups havien bussejat ens

sorprenien amb troballes espectaculars: la cova des Coloms 1, la cova Genovesa, la cova des Pas de Vallgornera i la cova de sa Gleda són els exponents més clars.

La tasca duita a terme a nivell d'indagació popular, per mitjà d'informadors de possibles cavitats, no conegudes espeleològicament, van donar també els seus fruits: la cova des Coll, la cova d'en Bassol i la cova de Cala Mitjana, totes al municipi de Felanitx, són els principals exponents. Esperem que altres noves cavitats amb llacs apareixin en el futur al Migjorn de Mallorca, però és necessari superar la desconfiança dels propietaris de les finques i de la imprescindible col·laboració dels informadors, els millors aliats dels espeleòlegs.

#### **4.2.2 LA CONNEXIÓ ENTRE COVES JA CONEGUDES**

A TRIAS & MIR (1977), s'incloua un acurat, extens i documentat treball sobre les coves de la zona de Can Frasquet i cala Varques, situades a la marina de Manacor. Així mateix, els autors manifestaven que aquesta zona de la regió càrstica del Migjorn



Figura 4.8: La superació de passos molt estrets sota l'aigua, ha permès trobar continuacions molt importants.





Figura 4.9: Fotografia aèria de cala Falcó amb la planta de les coves del Pont, Pirata, Piqueta, Xots, Moro i de cala Falcó superposades. Les exploracions subaquàtiques realitzades aquests anys han possibilitat, a més a més d'incrementar el recorregut, la connexió directa entre algunes d'elles i la possible relació genètica amb les altres.

L'exploració per part del GNM dels llacs de les coves de Cala Varques van suposar una font de sorpreses. Tres de les quatre cavitats (cova de Cala Varques A o cova des Xuetes, cova de Cala Varques B i cova de Cala Varques C) ja havien sortit publicades a l'excel·lent treball de TRIAS & MIR (1977). Es pogueren connectar entre sí la cova de Cala Varques C i A, mitjançant una galeria d'uns 30 m de longitud molt decorada i complicada per mor dels esbucaments i revestiments litoquímics que ha sofert. Una ramificació va deixar entreveure una galeria esbucada, que en el futur va poder connectar-se amb la cova de Cala Varques D. L'única cavitat veïna que no s'ha pogut connectar és la cova de Cala Varques B, la més gran. El conjunt cova de Cala Varques ACD constitueix així un complex de 591 m de recorregut, amb 252 m de recorregut subaquàtic i tres entrades naturals.

A la cova des Pont i les coves des Pirata, els gal·lesos del *Cwmbran Caving Club* (CCC) no troben gaires continuacions sota les aigües, emperò aconsegueixen connectar ambdues coves l'any 1989 a partir de la informació publicada a TRIAS & MIR (1977). La cova des Pont i les coves del Pirata, cavitats conegudes documentalment des de 1884 (LOZANO, 1884) i visitades per Martel (MARTEL, 1903), van esser les primeres connectades mitjançant el busseig espeleològic pel grup gal·lès CCC al llarg dels anys 1988 i 89 gràcies, en gran part, a l'excel·lent treball topogràfic realitzat per l'Speleo Club de Mallorca (SCM), i el Grup Espeleològic EST i al plantejament i situació de la fotografia aèria publicada a on se situaven les plantes de les cavitats (TRIAS & MIR, 1977). Aquesta visualització va incentivar l'exploració i va permetre forçar un estret pas i connectar les dues cavitats, incrementant el recorregut total fins a 2.105 metres. Tanmateix el principal objectiu que es plantejaven els bussejadors gal·lesos a les campanyes a Mallorca, de connectar la cova de sa Gleda amb la cova des Serral, o les coves del Drac amb altres cavitats clàssiques de la marina de Manacor, no es van poder realitzar. El Grup Nord de Mallorca al llarg dels anys 2005 i 2006 va fer una revisió de les zones inundades, aportant nous descobriments. Les exploracions subaquàtiques van aconseguir connectar les coves del Pirata i la cova del Pont amb la cova de sa Piqueta. També s'han descobert altres galeries i sales importants que situen el recorregut actual en 3020 m, dels quals 1190 m són subaquàtics. L'àrea ocupada per la superfície dels llacs s'estima en 5000 m<sup>2</sup> (Fig. 4.9).

Els anys 1988 i 1989, l'equip d'escafandristes gal·lesos del CCC en bussejar als llacs de la cova dels Ases (Felanitx), descobreixen galeries inèdites i aconsegueixen connectar la cavitat amb la mar.

L'exploració de la cova des Coll permet connectar, per davall del casc urbà, la cavitat amb la mar, mitjançant un ullal submarí, anomenat tradicionalment “ses Barraques de s'Esdolç”. També en plantejar amb fotografia aèria la cavitat amb una altra cova propera, dins el nucli urbà de Portocolom (cova des Carrer de sa Punta) es veu que la relació genètica d'ambdues és evident. Devien de formar, al mateix que les coves del Pirata i des Pont, part d'un mateix sistema endocàrstic, on els processos d'esfondrament per reajustaments gravitacionals de les voltes i parets han provocat la separació, a escala humana entre ambdues coves.

Aquestes connexions permeten demostrar la relació entre cavitats veïnes, no tractant-se de formacions endocàrstiques independents, si no que formen part de complexos grans i a on els esbucaments i revestiments per espeleotemes les han aïllat entre sí. Actualment, la connexió entre cavitats conegudes és un dels objectius prioritaris de les recerques que es duen a terme.

#### **4.2.3 LES XARXES SUBTERRÀNIES INUNDADES**

Aferrat al nucli urbà de Portocolom, dins una petita tanca que s'empra com a corral pels porcs, es troba un “clot” o dolina d'esfondrament de 40 metres de longitud. En un dels costats, un petit forat mig obstruït entre pedres, permet accedir a través d'un incòmode rost de blocs al nivell freàtic en forma de dos petits llacs. Quan vàrem començar a realitzar prospeccions d'espeleobusseig a la cova des Coll per superar a pulmó un sifó de 11 m de longitud (sifó de sa Terra Roja) no ens esperàvem gens ni mica de trobar les grans continuacions en forma de galeries subaquàtiques de centenars de metres de longitud que s'estenien de forma sorprenent en moltes direccions i que sumarien l'any 1996 els 4.880 m de recorregut, passant a ésser temporalment la cova de més recorregut de les Balears (GRÀCIA *et al.*, 1997). Es va haver de canviar diverses vegades d'escala de topografia per poder representar en unes dimensions pràctiques i manejables una realitat que anava superant tot el previsible. El que inicialment ens havíem proposat com un treball espeleològic de simple revisió i catalogació de petites cavitats a nivell local va esdevenir en l'aparició i descobriment d'una impressionant cavitat subaquàtica a nivell estatal i que obria el camí a molts d'estudis i interpretacions



novedoses i prometedores. També representava el detonant de la vocació dels seus partícpis pel món de les cavitats submergides.

L'objectiu inicial de superar els sifons per accedir a noves zones aèries es va transformar en finalitat. A mesura que les exploracions se succeïren va aparèixer per primer cop a Mallorca la sensació de trobar-se en grans xarxes subterrànies inundades difícils de poder-se explorar amb els mitjans a l'abast. La dificultat de progressió, degut a les llargues distàncies, juntament amb la poca disponibilitat de temps per topografiar, van aparèixer per primer cop al Migjorn de Mallorca a la cova des Coll. La cavitat presenta poca fondària, però amb visibilitat molt dolenta per la gran quantitat de fang i zones molt estretes i llunyanes. Es van haver de deixar botelles pel camí per poder anar avançant i optimitzar el temps de permanència sota l'aigua. En total han fet falta exploracions i recerques al llarg de 6 anys, que han suposat 60 dies d'immersions la primera campanya (1994, 1995 i 1996) i 65 dies d'immersions la segona (2003, 2004 i 2005). Les tasques de busseig efectuades sumen 125 dies. La cova des Coll presenta a l'actualitat un recorregut de 7.020 m totals, dels quals 5.529 m són subaquàtics. Compta amb dues entrades naturals i dos pous artificials que connecten amb la cova. Una de les entrades comunica amb la mar i l'altra es localitza a l'interior. Un sector de la cavitat està situat sota el nucli urbà de Portocolom.

L'any 1996 ens pensàvem que havíem tocat sostre respecte al recorregut màxim subaquàtic, el que no deixava de sorprendre'ns, ja que començar per la cavitat de majors dimensions ens semblava molta coincidència. Però al llarg de les successives campanyes en diverses cavitats es trobaven importants descobriments i el nombre de coves que superaven el quilòmetre s'incrementava considerablement, fins que les troballes efectuades a la cova de sa Gleda dispararen la seva extensió i situen aquesta cavitat com a màxim exponent del recorregut subaquàtic Balear.

Durant els anys 1997-2001, el Grup Nord de Mallorca efectuà més de 160 dies d'immersions, que representen unes 600 hores de busseig. El resultat és el descobriment de sales i galeries amb un recorregut topogràfic de 10.500 metres. Les grans extensions descobertes es troben principalment després de la progressió per varis passos estrets: primer una estretor difícil de superar i amb molt mala visibilitat (pas de la Corrosió) que ha permès explorar tot el sector de Ponent. La revisió a fons d'un esfondrament en el circuit dels Lladres (Pas d'en Judes) possibilità traspasar un gran col·lapse i trobar una galeria de grans dimensions i totes les ramificacions que parteixen d'ella. Les distàncies punta superen els 1.700 metres. Especial dificultat presenten alguns sectors de la cova



de sa Gleda (amb un desenvolupament provisional de 10.500 metres), ja que les llargues immersions (de 3 h 30' a 5 h), unit a la profunditat considerable i a les distàncies lineals de fins 1.700 m respecte de l'entrada fa que s'entri en descompressió i complica i limita el temps de permanència. El fet d'avançar amb 4 botelles, algunes de gran volum, representa que el bussejador ofereix una gran resistència a l'avanç i un gran consum d'energia i aire. S'empren en el darrers anys propulsors elèctrics i d'ençà del 2009 s'han començat a realitzar immersions amb aparells de circuit tancat (rebrethers) per rentabilitzar i optimitzar les immersions.

El resultat de la tasca efectuada pels espeleòlegs subaquàtics ha suposat un canvi important i continu en el plantejament espeleomètric mallorquí. S'ha passat dels pocs més de 1.700 metres terrestres de l'any 1975 de les coves del Drac als 4.480 metres de la cova des Coll (GRÀCIA *et al.*, 1997), als 6.435 metres de la cova des Pas de Vallgornera (MERINO, 2000), als 7.020 metres de la cova des Coll l'any 2005 (GRÀCIA *et al.*, 2005), als 10.500 metres de la cova de sa Gleda (GRÀCIA & CLAMOR, 2001 i 2002, GRÀCIA *et al.*, 2005) i als 62.066 metres de la cova des Pas de Vallgornera, dels quals 10.200 s'han explorat i documentat pel GNM (GRÀCIA *et al.*, 2009a). Aquestes són les principals cavitats capdavanteres dels carst del Migjorn de Mallorca i també del conjunt de l'illa, seguides per cinc cavitats més que superen el quilòmetre de longitud dins les calcàries del Miocè superior, totes elles amb importants continuacions subaquàtiques.

## 4.3. Altres aportacions al coneixement científic

### 4.3.1. APORTACIONS BIOESPELEOLÒGIQUES

#### 4.3.1.1. Crustacis aquàtics anquihalins

El complex inundat de sales, galeries i també de fractures i espais impenetrables per l'home constitueix l'hàbitat d'interessants organismes estigobionts, això és, animals exclusius d'ambients subterranis aquàtics que formen una part important de la

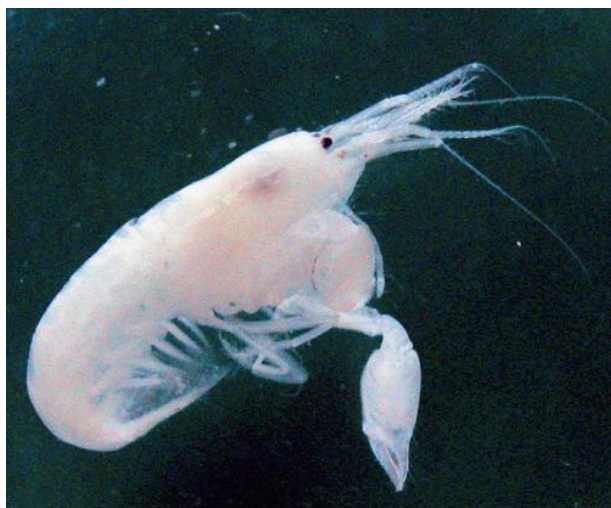


Figura 4.10: Nova espècie de decàpode que pertany al gènere *Bermudacaris*, trobada a la cova Genovesa.

cavernícola. Les aportacions efectuades pel GNM al llarg d'aquests anys de prospeccions i d'estudi de les cavitats amb hàbitats anquihalins ha permès descobrir 1 gènere nou i 3 espècies noves. *Racovella* gen. nov. *birramea* sp. nov. de la cova des Coll (JAUME *et al.*, 2007); *Bermudacaris* sp. nov. de la cova Genovesa (GRÀCIA *et al.*, 2003b; JAUME & GRÀCIA, 2006); *Stephos vivesi* sp. nov. de la cova des Coll (GRÀCIA *et al.*, 2005; JAUME *et al.*, 2008 ), així com la localització d'abundants noves cites, entre les quals s'ha de destacar *Stephos margalefi*, exemplars capturats per nosaltres vam permetre redescobrir l'espècie (cova de la Catedral, Capdepera, cova des Coll i cova Genovesa).

#### 4.3.1.2. Organismes sèssils filtradors

En algunes de les cavitats anquihalines, és a dir amb aigües salabroses, és molt interessant la presència de comunitats d'organismes filtradors, en ocasions extremadament abundants. Els grups als quals pertanyen són predominantment esponges, cnidaris i poliquets. Aquests es presenten fixats als sostres, parets,



formacions, pedres i en alguns casos dins el sediment del fons, especialment a les galeries dels sectors on els corrents són més intensos. Les cavernes en les quals fins ara s'han detectat la presència significativa d'aquests organismes són: la cova des Coll (GRÀCIA *et al.*, 1997; 2005), la cova des Drac de Cala Santanyí (GRÀCIA *et al.*, 1998b) i la cova Genovesa (GRÀCIA *et al.*, 2003b). La característica que

Figura 4.11: *Protula* sp. sobre estalactites de la sala Bermudacaris. S'observa el tub calcari i el penacle obert per filtrar l'aigua i retenir l'aliment.

sembla comú als tres casos és la presència de corrents, generalment quasi imperceptibles, que produeixen el moviment de les aigües i la possibilitat de fer arribar aliment als organismes sèssils.

#### **4.3.1.3. Fauna diversa**

Altres organismes de grups molts diversos solen colonitzar únicament els sectors més propers a la mar, o bé són visitants ocasionals en el cas de coves amb entrada directa. L'anguila (*Anguila anguila*) és el peix capaç de penetrar més a l'interior de les cavitats mallorquines. Ha estat vista a la cova de sa Gleda, que dista quasi 2 quilòmetres de la mar i a distàncies de 900 metres a l'interior de la cova des Coll. Habita també en moltes altres de les cavitats costaneres.

### **4.3.2. TROBALLES PALEONTOLÒGIQUES**

#### **4.3.2.1. Organismes del Miocè dipositats abans de la formació de la cova**

Els fòssils que es troben a l'interior de les cavitats poden provenir d'organismes que es dipositaren, amb altres restes, dins conques sedimentàries quan ni la cova ni la roca que l'envolta existien encara. La descalcificació de parets i sostres de galeries i sales, conseqüència de la dissolució de la roca per l'aigua agressiva químicament, de vegades permet que sobresurtin o s'alliberin els fòssils. Així s'han recuperat o localitzat principalment ossos de tortugues encara per determinar, dents de taurons (*Odontaspis cuspidata*, *Oxyrhina hastalis*), cranis i vèrtebres de cetacis d'entre 11 i 7 milions d'anys en fase d'estudi. Les cavitats a on s'han trobat més fòssils són la cova des Coll, el sistema Pirata-Pont-Piqueta i la cova de Cala Varques B.

#### **4.3.2.2. Organismes del Quaternari que varen entrar dins les cavitats**

Altres troballes de fòssils corresponen als que varen entrar dins les cavitats, accidentalment o voluntària, i per tant són més recents (Fig. 4.12). Fins a la data, s'ha descobert quatre jaciments, amb ossos de vertebrats endèmics, gràcies a l'exploració, mitjançant tècniques d'espeleobusseig, de galeries submergides de diferents cavitats costaneres. Les coves a on han aparegut els fòssils quaternaris són la cova Genovesa, la cova de Cala Varques B, la font de ses Aiguades (cavitat litoral d'Alcúdia) i la cova des Pas de Vallgornera. L'exploració de galeries subaquàtiques de diferents cavitats litorals



ha permès realitzar la troballa d'exemplars del vertebrat terrestre *Myotragus balearicus* a profunditats compreses entre els 8 i 21 metres i en alguns casos a distàncies molt



Figura 4.12: S'ha fet l'estudi de la distribució espacial d'un mínim de 40 exemplars del caprí *Myotragus balearicus* en diferents llocs de la cova Genovesa, alguns situats a punts molts distants des de l'entrada.

allunyades de l'entrada. Aquest animal era un petit bòvid endèmic molt evolucionat i adaptat al medi insular i extingit possiblement per la colonització humana de les Gimnèsies. Provenen possiblement de les darreres pulsacions de la glaciació Würm, al llarg de la qual el nivell de la mar i de les aigües subterrànies varen estar molt més baixes que les actuals i les coves estarien en sec, total o parcialment, la qual cosa permetria l'accés del caprí endèmic a zones internes de les coves, actualment inundades (GRÀCIA *et al.*, 2000, 2001c i 2001d, 2003b, 2009a). Actualment, segons BOVER (com. pers.) és possible que els *Myotragus* hivernassin dins les cavitats, la qual cosa explicaria la gran quantitat de restes trobats, en ocasions en connexió anatòmica. La presència de *Myotragus balearicus*, *Nesiotites* sp. (GRÀCIA *et al.*, 2009a) i d'altres vertebrats terrestres també ens serveix per esbrinar el temps en què, al menys de llavors ençà, la cavitat ha romàs oberta a l'exterior.

La proposta de domesticació de *Myotragus balearicus* pels primers pobladors humans de Mallorca, una hipòtesi clàssica de la prehistòria balear durant les darreres



dècades del segle passat, ha estat descartada gràcies en part a cranis trobats a la cova Genovesa. Les alteracions en forma de “V” observades a banyes de *Myotragus*, obtingudes a jaciments que contenien restes humanes i de fauna prehumana, varen ser inicialment considerades com a una prova de manipulació humana. Les banyes s’haurien seccionat per tal d’evitar que animals presumptament estabulats dins corrals es fessin mal entre ells, RAMIS & BOVER (2001) rebutjaren aquesta aproximació, i identificaren les alteracions en “V” observades a les banyes de *Myotragus balearicus* com a resultat d’un comportament osteofàgic, una conducta coneguda a diversos bòvids i cèrvids, però no registrada fins a les hores a *Myotragus balearicus*. A la cova Genovesa, cavitat submergida, la major densitat de restes fòssils es troba entre els 100 i 145 m de galeria subaquàtica (202 i 247 m totals), a l’interior d’una cambra de dissolució de poca alçària, situada a un lateral de la galeria dels *Myotragus*. La disposició dels exemplars indica que varen morir *in situ* i no per un corrent d’aigua que transportés els ossos a l’interior de la cavitat. Entre els cranis es van observar i recol·lectar exemplars amb banyes que presenten alteracions en “V”. Es tracta d’un lloc sense possibilitat de relació entre *Myotragus* i humans (BOVER & RAMIS, 2005).

#### 4.3.3. DESCOBRIMENTS ARQUEOLÒGICS

Les troballes de peces arqueològiques que s’han efectuat aquests darrers anys han permès demostrar els diferents moments d’utilització de cavitats litorals de Mallorca, d’aigües salobroses, com a llocs per l’aprovisionament d’aigua (Figs. 4.13 i 4.14). En varies coves del llevant de Mallorca (cova des Coll, cova de sa Gleda) la presència de restes arqueològiques en rosts de blocs i pedres sota les aigües, de vegades localitzades després de recórrer centenars de metres de galeries inundades, ens indiquen la localització d’antigues entrades, tancades o reblides en temps històrics expressament per l’home o degut a esbucaments naturals succeïts de llavors ençà. Així, a la cova de sa Gleda s’han trobat restes arqueològiques a la sala d’entrada i a dos esfondraments interns, a uns 200 m, 250 m i 380 m del llac d’entrada (actualment tancats per complet). Aquests consisteixen en fragments de ceràmica pretalaiòtica, púnica i àrab per recollir l’aigua del llac. S’han localitzat a les cambres terrestres dels esfondraments (sala dels Moros, sala de les Còniques) i sota les aigües, fins a 10 m de profunditat, entre blocs i pedres dels rosts de les sales d’esfondrament. Els fragments trobats als

esbucaments ens serveixen per afirmar que en temps històrics la cova tenia com a mínim altres dues entrades que actualment no son practicables. Al menys una



Figura 4.13: Troballa d'un jaciment arqueològic sota les aigües de la font de ses Aiguades. posa de manifest la utilització de l'aigua d'aquesta formació endocàrstica per a ús humà almenys des de l'època romana-republicana

d'aquestes entrades es va reblir per l'abocament de pedres transportades en carros, que provenien de despedregar els camps després de llaurar. D'aquesta manera es varen anar tancant els accessos. Aquesta informació, ens va esser subministrada per alguns pagesos de la finca de Son Josep Nou i per l'antic propietari de la Possessió (GRÀCIA & CLAMOR, 2001a).

A la cova des Coll de Portocolom (GRÀCIA *et al.*, 1997; SALVÀ, 1997) es van recuperar alguns fragments d'àmfores romanes, sota les aigües dels llacs, en un rost de materials caiguts des de dalt, procedents d'una entrada actualment cegada. La cova des Drac de Cala Santanyí ja era utilitzada d'ençà dels temps pretalaiòtics, ja que durant una de les immersions efectuades a la cavitat, es va recuperar un atuell ceràmic pretalaiòtic a uns 6 metres de fondària. Possiblement hi va caure accidentalment i degué rodolar, rost

avall, fins aturar-se al lloc on es va trobar. També es va recuperar un morter medieval de pedra picada.

La cavitat anomenada font de ses Aiguades (situada al NE de Mallorca, a la badia d'Alcúdia), és la darrera localització important que s'ha estudiat i publicat (GRÀCIA *et al.*, 2001c) i ens recorda per les seves peculiars característiques a la d'una altra cova del Migjorn encara en fase d'estudi. La troballa de contenidors ceràmics a la cavitat (s'han recuperat al llarg de 17 dies de feina 189 peces) posa de manifest la utilització de l'aigua d'aquesta formació endocàrstica per a ús humà almenys des de l'època romana-republicana. La seva ubicació, molt a prop de la mar, en una zona de costa accessible, propicià que fos utilitzat per a procurar-se la reserva d'aigua necessària per a la travessia marítima. El nombre mínim d'àmfores presents, entre àmfores senceres i colls supera àmpliament la seixantena.

A la cova Genovesa, han estat documentades una sèrie d'estructures constructives (GRÀCIA *et al.*, 2003b). Els elements arquitectònics (rampa empedrada, mur ciclopi paral·lel a la rampa i passera ciclòpia en l'actualitat subaquàtica) semblen estar relacionats entre si, segons es desprèn de la seva disposició, malgrat l'absència d'una clara relació física. Els materials ceràmics recuperats (107 fragments d'època prehistòrica) suggereixen que les construccions ciclòpies de la cova Genovesa s'han de situar a la fase final de l'època de les navetes i podem situar aquest període d'ús prehistòric de la cova Genovesa a dins un interval cronològic que pot incloure gran part de la segona meitat del II mil·lenni cal BC i els dos primers segles del I mil·lenni cal

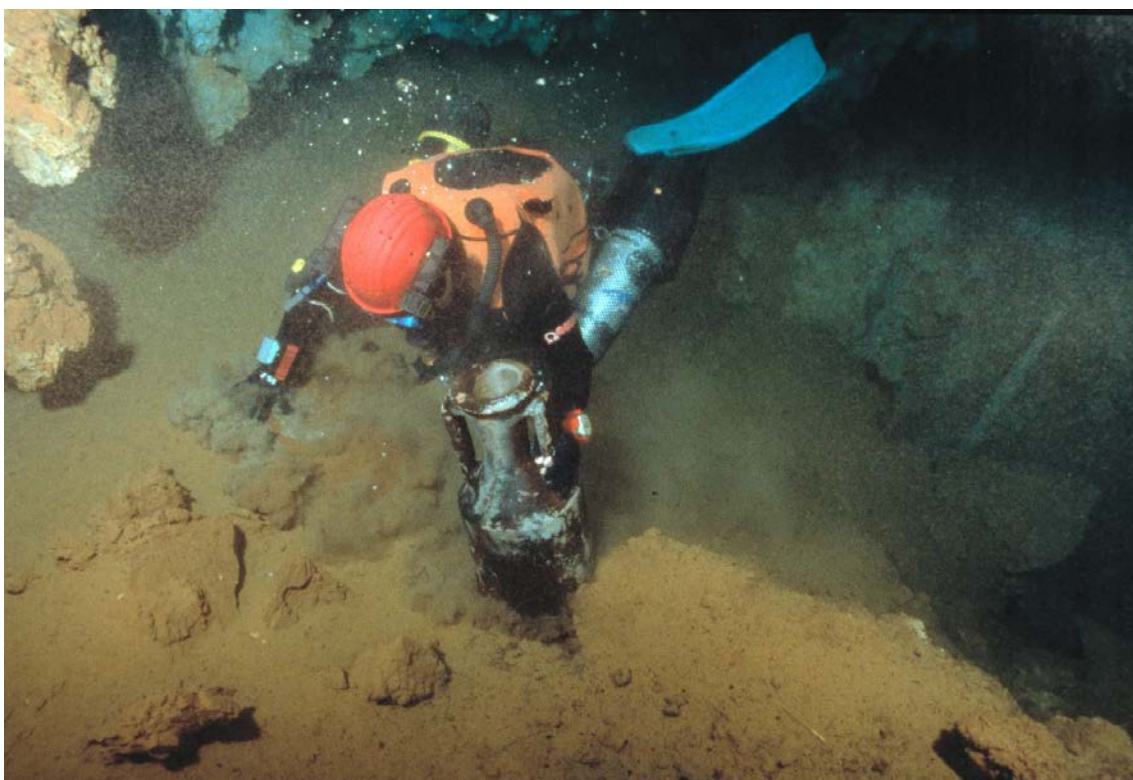


Figura 4.14: Recuperació d'amfores romanes a la font de ses Aiguades.



BC. El més interessant és la passera, alineació de grans blocs sota l'aigua que connectava les dues parts de sòl emergit que limiten el llac de la cova. Actualment aquesta passera es troba submergida aproximadament 1 m. No obstant, als blocs es pot seguir, igual que a la paret que conté el llac, un paleonivell de l'aigua que indica que la passera es trobava emergida uns 20 cm en algun moment del passat.

#### **4.3.4. RECERQUES DE CARÀCTER GEOESPELEOLÒGIC**

##### **4.3.4.1. L'estructura de les cavitats**

Les cavitats explorades i documentades presenten galeries i sales de diferents tipologies i en diferents estadis evolutius. Algunes d'elles estan poc modificades verticalment respecte a l'horitzó d'inici dels processos corrosius, amb morfologies de corrosió predominants amb pocs indicis d'esfondraments. La predominància en algunes zones de processos corrosius degut a l'agressivitat química de l'aigua és del tot evident i és la característica definidora de les formes resultants (Fig. 4.15). En altres galeries i sales predominen els esfondraments, formant caos de blocs i d'espeleotemes caiguts, molt sovint recoberts per formacions estalagmítiques, que amaguen i desdibuixen



Figura 4.15: La litologia determina en gran part el tipus de morfologies resultants a les cavitats litorals. Cova de Cala Varques B.



l'origen freàtic de les galeries i sales, i que en moltes ocasions tanquen l'accés a les continuacions de la cova.

El condicionant litològic en aquestes grans sales i voluminoses galeries és determinant, corresponen en general a la fàcies d'escull, molt porosa i permeable i que dóna lloc a grans volums en dissoldre's. Les fàcies que pertanyen al nucli de l'escull, sigui a la cresta com a la paret progradant, presenten fàcies de front escullós i formen cossos massius de potència variable. Aquest fet li confereix una especial predisposició a l'espeleogènesi càrstica en raó de la seva elevada permeabilitat (FORNÓS & GELABERT, 1995) i, en la mateixa línia, afavoreix la posterior evolució morfològica de l'endocarst mitjançant successius processos de col·lapse i dissolució dels materials resultants (GINÉS & GINÉS, 2007).

Les litofàcies corresponents als subambients del complex escullós, que corresponen al *lagoon*, en les seves parts més externes o obertes i les més internes o restringides determinen un altre tipus de galeries, de menys volum i més lineals. Aquestes fàcies de *lagoon extern* presenten baixa porositat primària però assoleixen una elevada permeabilitat mitjançant la fracturació. Com a fàcies que caracteritzen els ambients hidrodinàmicament més tranquils i interns del *lagoon*, tenim aquelles que mostren una clara laminació horitzontal i una textura fina. Esporàdicament es poden trobar masses de coralls aïllats (*patch reefs*) que actuen com a illes dins les zones de *lagoon*, que determinaran l'aspecte similars al del nucli de l'escull.

Finalment, trobam les litofàcies corresponents als subambients més restringits del complex escullós, aquelles que corresponen al *lagoon*, en les seves parts més externes o obertes i les més internes o restringides. En funció del grau d'obertura del *lagoon*, en les fàcies que podríem denominar externes, s'incrementa la mida de gra (*grainstone-packstone*) disminuint el percentatge de fang i mostrant una major variabilitat en el tipus de components presents, com és per exemple la presència de coralls aïllats (*patch reefs*). Aquestes fàcies de *lagoon extern* presenten baixa porositat primària però assoleixen una elevada permeabilitat mitjançant la fracturació. Els processos d'esfondraments, més intensos a les èpoques en les quals les galeries es queden sense la sustentació de l'aigua, produeixen un augment del volum i una evolució ascendent que cerca el punt d'equilibri mecànic de les voltes i que pot provocar l'obertura a l'exterior de la caverna si connecta amb la superfície, tal com ha ocorregut amb les entrades de moltes coves. D'aquesta manera l'antic sistema de conductes excavats en règim freàtic (galeries iniciadores) se situava en alguns casos, per davall de

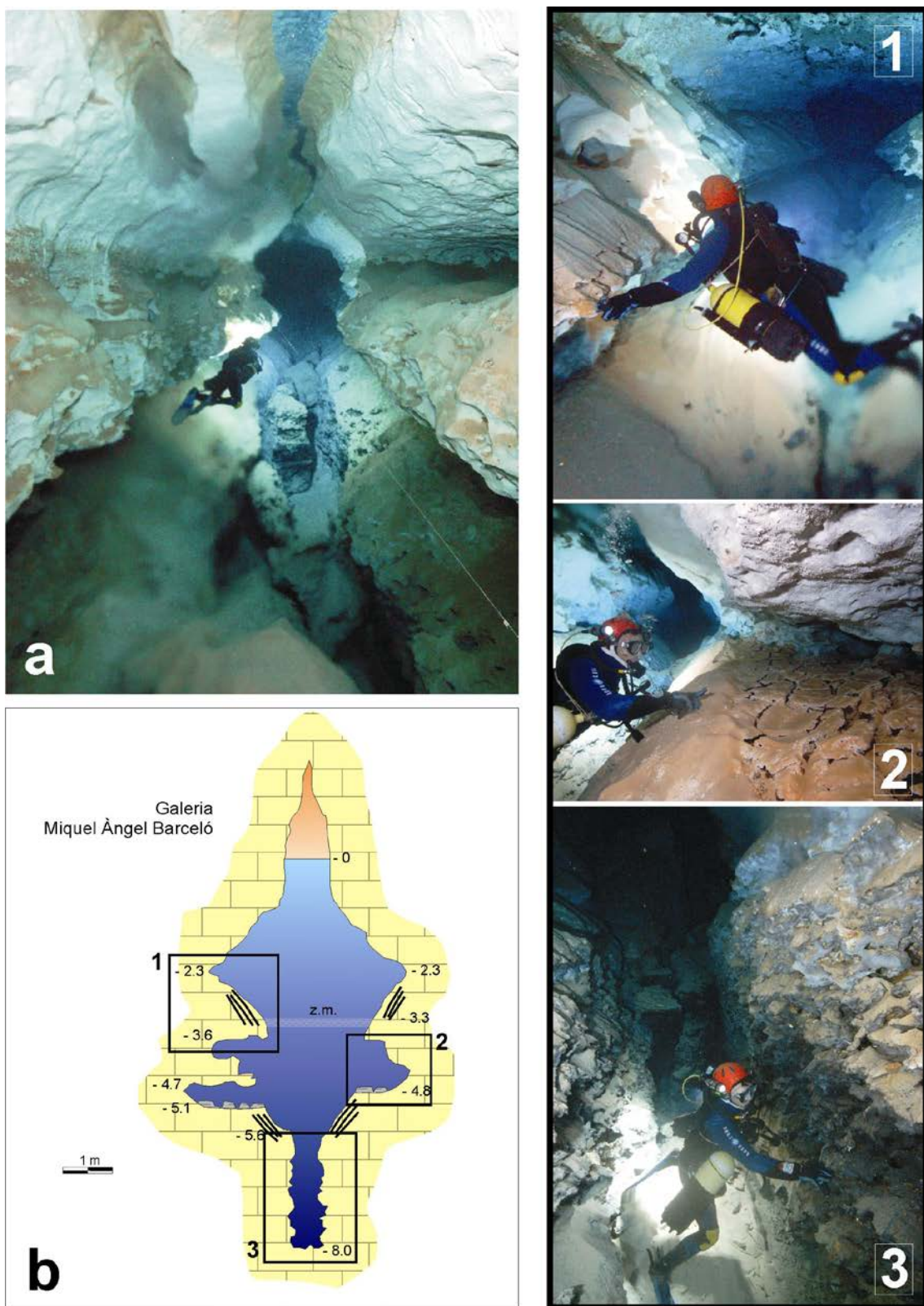


Figura 4.16: La gran variabilitat i contrast observats a les morfologies presents a les cavitats litorals venen condicionats per l'existència d'importantes diferències litològiques de caràcter textural dins les calcarenites del Miocè superior a on es desenvolupen les coves. Galeries de la cova des Pas de Vallgornera desenvolupades dins la fàcies de lagoon.

les sales actuals. El fet de que aquests processos es poden juxtaposar en el temps, en estreta relació amb els canvis del nivell marí durant el Quaternari, complica la història morfogenètica de les cavitats.

La darrera pujada del nivell marí fa que una bona part de les cavitats estigui sota les aigües, inundant fragments de cavitats que havien evolucionat al llarg del Quaternari en condicions vadoses. Les cotes inferiors de les coves estudiades es troben a fondàries de fins a -30 metres, respecte de l'actual nivell marí (GRÀCIA *et al.*, 2000).

#### **4.3.4.2. Les formes de corrosió en la zona de mescla**

Les activitats d'espeleobusseig realitzades en nombroses coves de Mallorca (GRÀCIA *et al.*, 1997, 1998a, 1998b, 2000, 2005, 2007b, 2009b) posen de relleu l'existència en profunditat, d'horitzons hídrics en els quals ha predominat la dissolució. Aquests estan relacionats preferentment amb zones de mescla d'aigües de diferents salinitat (haloclines) i afecten tant als materials calcarenítics neògens del Migjorn de Mallorca com a tot tipus d'espeleotemes submergits sota les aigües agressives de les cavitats. Les morfologies de corrosió les agrupam en: Megaformes (corresponen a aquest grup les morfologies de corrosió d'ordre quilomètric a hectomètric i que poden ser considerades com a organització de les xarxes endocàrstiques); Macroformes (considerem com a macroformes a totes aquelles morfologies de corrosió d'ordre hectomètric a decamètric); Mesoformes (englobam dins d'aquest gran grup a totes les morfologies de corrosió d'ordre decamètric a mètric); Microformes (englobam dins del grup de microformes a totes aquelles morfologies de corrosió d'ordre mètric a centimètric).

#### **4.3.4.3. Els espeleotemes de les cavitats inundades**

Els espeleotemes són extraordinàriament abundants en algunes zones de les cavitats no afectades per esfondraments "recents" o per l'acció de la corrosió que hagi fet desaparèixer les formacions. Moltes zones formen autèntics boscos d'estalactites, estalagmites i columnes. En molts casos aquestes formacions secundàries tanquen o subdivideixen les galeries, formant falses parets i creant un aspecte encara més laberíntic. Un fet molt curiós i digne d'estudi és la comparació dels espeleotemes de

Mallorca amb les cavitats del Yucatan, també molt nombrosos. En comparació, els espeleotemes mallorquins tenen un “acabat” molt més fi i complet.

Les cavitats subaquàtiques mallorquines, com a norma general, destaquen per la gran varietat i riquesa dels espeleotemes presents. Per a la descripció dels espeleotemes hem considerat oportú seguir els criteris formulats per SWEETING (1972), HILL & FORTI (1997) i GINÉS (1995) que permeten diferenciar els següents tipus genètics: espeleotemes de degoteig, espeleotemes de flux, espeleotemes de transpuament, espeleotemes subaquàtics i espeleotemes mixts.

#### 4.3.4.4. Cavitats litorals com a captures càrstico-marines i surgències submarines

Una de les principals interaccions entre el carst i la dinàmica litoral són les captures de cavitats càrstiques per part de l'erosió litoral. El retrocés de la línia de costa,

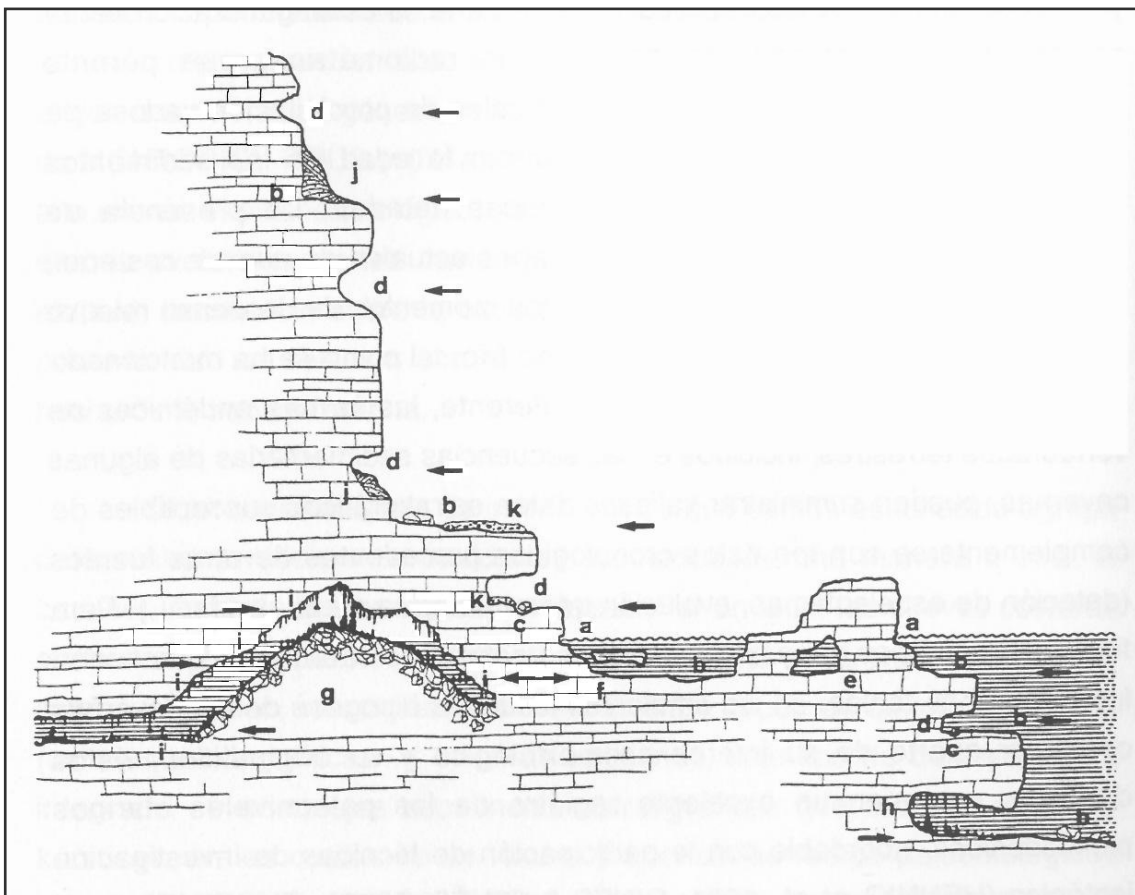


Figura 4.17: Les captures càrstico-marines es produeixen pel retrocés de la línia de costa. Algunes evidències geomorfològiques d'antics nivells marins es localitzen també a l'interior de les coves litorals.



Figura 4.18:  
Localització a  
on es troba l'en-  
trada submarina  
de la cova dets  
Ases (Felanitx).  
Es tracta d'una  
captura càrstico-  
marina.



per efecte de l'erosió marina pot connectar amb buits d'origen càrstic, donant lloc a cavitats de gènesi mixta, s'anomenen captures càrstico-marines (MONTORIOL-POUS, 1971, GINÉS, 2000) (Figs. 4.17, 4.18 i 4.19).



Figura 4.19: Les interaccions entre el modelat litoral i el modelat càrstic són abundants a les coves litorals del Llevant de Mallorca. Duna pleistocènica recoberta de colades estalagmítiques a la cova des Secret des Moix (Manacor), que taponen parcialment l'entrada de la cavitat

La presència d'espeleotemes freàtics en llocs concrets de les cavitats, que no es podrien formar actualment en ambients geoquímics de connexió directa amb la mar, confirmen alguns casos de captures càrstico-marines i a més a més proporcionen un límit temporal de la captura (GINÉS, 2000). Aquests processos tenen un alt interès espeleocronològic, ja que poden permetre individualitzar i datar etapes evolutives de les coves (i dels sediments associats a les etapes), fent-ho a partir de criteris temporals d'anterioritat o posterioritat en relació amb el moment concret en què es produir el fet de la captura marina (GINÉS, 2000).

Exemples molt clars d'aquestes cavitats al llevant de Mallorca són: la cova des Coloms (TRIAS, 1992), cavitat que posseeix una gran entrada marina producte de l'erosió litoral que encara li afecta i amb interessants continuacions subaquàtiques, encara inèdites; la cova de cala Falcó, connectada amb l'exterior per l'abrasió marina d'un antic nivell situat a +2 m respecte a l'actual nivell marí (TRIAS & MIR, 1977; GINÉS, 2000); la cova des Dimoni (GINÉS, 2000) i la cova des Ases (GRÀCIA *et al.*, 1997), ambdues amb entrades terrestres superiors i accessos submarins formats en un període més fred que l'actual; la cova des Drac de Cala Santanyí (GRÀCIA *et al.*, 1998b), també és una bona mostra de captura per la dinàmica erosiva litoral. A les calcàries mesozòiques plegades també es tenen bons exemples de captures com és el cas de la cova de ses Llàgrimes (GRÀCIA *et al.*, 2003b) i de la cova des Bastons (SUÁREZ, 1993), ambdues ubicades al terme d'Alcúdia.

La cova des Coll, la cova de sa Punta des Moro, la cova des Drac de Cala Santanyí, la cova de ses Barraques i la surgència de la cova des Drac de Porto Cristo (l'ullal de Cala Murta) contenen roques sedimentàries quaternàries producte del dipòsit dins les cavitats o bé de sediments marins actuals al seu interior. Totes les cavitats anteriorment anomenades estan relacionades amb el drenatge actiu de les aigües subterrànies a la mar, de forma que actuen com a "dolços" o ullals, és a dir, surgències submarines. La seva influència es pot deixar notar, dins la mar, molts de metres enfora de l'entrada de les cavitats i està en funció de la quantitat de les precipitacions caigudes i de la influència de la pressió baromètrica. Les mareas baromètriques en provocar una davallada del nivell marí, accentuen l'efecte de surgència o pel contrari una pujada del nivell marí implica una entrada d'aigües marines dins les cavitats per efecte dels vasos comunicants. La cova des Coll drena a les barraques de "s'Esdolç" al Rivató de Portocolom; la cova des Drac de Cala Santanyí sorgeix a la cova des Riu; la cova de ses



Barraques, segurament relacionada amb la cova d'en Bassol i la cova de Cala Mitjana aflora a cala sa Nau; l'ullal de cala Murta, connexió amb la mar de la cova des Drac de Porto Cristo brolla a cala Murta.

#### 4.4. Conservació i protecció

Les cavitats que s'han anat documentant al llarg dels anys, conjuntament amb la importància dels valors naturals i paisatgístics de les àrees a on es troben, fan d'aquests paratges càrstics una part fonamental de la riquesa natural i cultural de l'Illa. Aquestes consideracions són vàlides tant des de l'òptica geològica com biològica. La biodiversitat d'aquests ambients, amb molts d'endemismes propis de les aigües subterrànies, li confereix un clar valor biològic. Les morfologies i dimensions de moltes sales i galeries, la bellesa, varietat i singularitat de les formacions geomorfològiques que presenten, i la gran informació que proporcionen, molta encara per desxifrar, fan de les coves un autèntic patrimoni natural i cultural. A més dels valors arqueològics i etnològics que contenen i representen. Els principals perills ambientals que les afecten són: la



Figura 4.20: Tasques de neteja al llarg de 3 dies de l'entrada de la cova Genovesa. En total es van retirar entre 14 i 19 tones de ferralla i escombraries.

proliferació d'urbanitzacions i construccions, especialment intenses a les zones litorals; el vessament d'aigües residuals, l'abocament de residus sòlids (Fig. 4.20) i l'accés incontrolat de forma massiva (GRÀCIA & CLAMOR, 2001b; GRÀCIA *et al.*, 2001a; JAUME & GRÀCIA, 2006). Per tot plegat, l'estudi i la conservació d'aquests espais naturals són una necessitat i obligació nostra, per a permetre que les generacions futures puguin gaudir de la seva presència, de la font de coneixements que subministren i de tota la bellesa i misteri que contenen. Són necessaris i urgents uns criteris de seguiment i gestió que permetin garantir un ús racional d'aquests recursos en el futur immediat.

En total, s'han censat 57 cavitats litorals, actualment amb aigua, a les Balears (JAUME & GRÀCIA, 2006), de les quals 11 mereixen una protecció màxima. La Direcció General de Recursos Hídrics va donar l'any 2007 a les masses d'aigües càrstiques (cavitats inundades parcialment o total) la figura de protecció de Zones Humides.

La figura de Llocs d'Interès Comunitari (LIC), es va realitzar conforme als criteris generals establerts pel Consell d'Europa a la Convenció de Berna sobre la conservació de la fauna salvatge i els hàbitats naturals: presència d'espècies adaptades a la vida subterrània, presència d'espècies relictas, presència d'espècies vulnerables, presència d'espècies endèmiques, presència d'espècies rares, presència de quiròpters, biodiversitat relativament elevada, originalitat de l'hàbitat, interès científic de l'hàbitat i vulnerabilitat de l'hàbitat. A més a més d'aquests criteris, es va considerar adient recollir també altres en consonància amb altres aspectes de gran transcendència: interès paleontològic, interès espeleològic, interès paleo-climàtic i interès arqueològic i/o etnològic (PONS *et al.*, 2001). En algunes cavitats també convergeix la figura de Bé d'Interès Cultural (BIC), per la seva riquesa paleontològica o arqueològica. El document que ens va encomanar la Conselleria de Medi Ambient i concretament la Direcció General de Recursos Hídrics: Cavitats de les Balears com a Patrimoni Geològic ha inclòs també moltes de les coves litorals dins el catàleg de cavitats com a Patrimoni Geològic.



## 5. L'ESPELEOGÈNESI I ELS CONDICIONANTS LITOLÒGICS DE LES CAVITATS LITORALS DE MALLORCA

### 5.1. El carst litoral de Mallorca

Aquest capítol està tret de GINÉS *et al.* (2008). Fent referència de manera explícita al carst costaner de Mallorca, els treballs publicats sobre espeleogènesi són relativament escassos fins a les darreries del segle passat. Deixant de banda les publicacions històriques de MARTEL (1896, 1903), que consideraven les Coves del Drac com a un fenomen litoral ja que se li atribuïa un origen estrictament relacionat amb l'erosió marina (GINÉS, 1999), les cavitats de l'àrea de Porto Cristo són contemplades amb posterioritat des de l'òptica de la carstificació convencional. Així, diferents autors proposen la seva excavació per part de les aigües subterrànies continentals que circulen cap a la costa, en forma de rius subterrànies més o manco

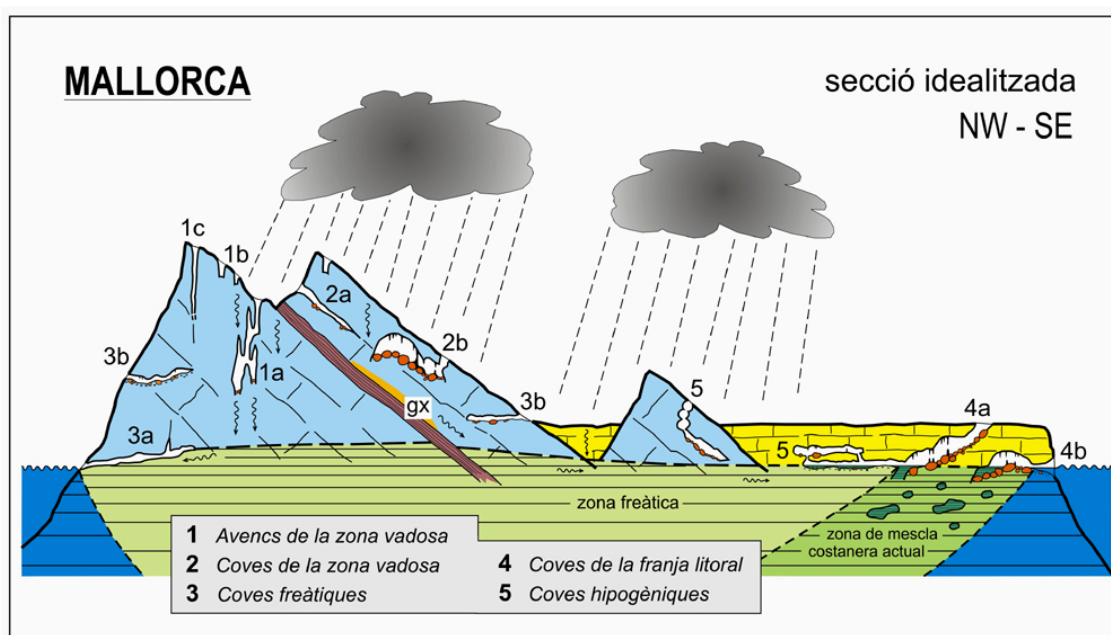


Figura 5.1: Representació esquemàtica dels tipus de cavitats presents a Mallorca, realitzada al llarg d'un perfil ideal de l'illa (GINÉS & GINÉS, 2009). 1a: avenç de dissolució vadosa; 1b: avençs vadosos d'alimentació nival; 1c: avençs d'origen mecànic; 2a: cova estructural; 2b: cova d'esfondrament; gx: guixos triàsics subjacents; 3a: cova freàtica amb activitat hidrològica; 3b: coves freàtiques antigues; 4a: cova de la zona de mescla costanera, morfològicament molt evolucionada; 4b: cova càrstico-marina; 5: coves hipogèniques.

tumultuosos (MAHEU, 1912; DARDER, 1925, 1930); no obstant això, en tots els casos es fa patent la influència de la proximitat a la línia de costa, evidenciada per la presència de llacs d'aigües salabroses controlats pel nivell marí (RODÉS, 1925). Dins d'una línia semblant, encara que quelcom més encertada, FAURA Y SANS (1926) parla de l'actuació de corrents d'aigües subterrànies, a la vegada que argumenta l'acció dissolvent conjunta de les infiltracions i les aigües marines, posant l'accent així –tal vegada de manera una mica casual– en l'especificitat que suposa el caràcter litoral dels processos de carstificació que han tingut lloc.

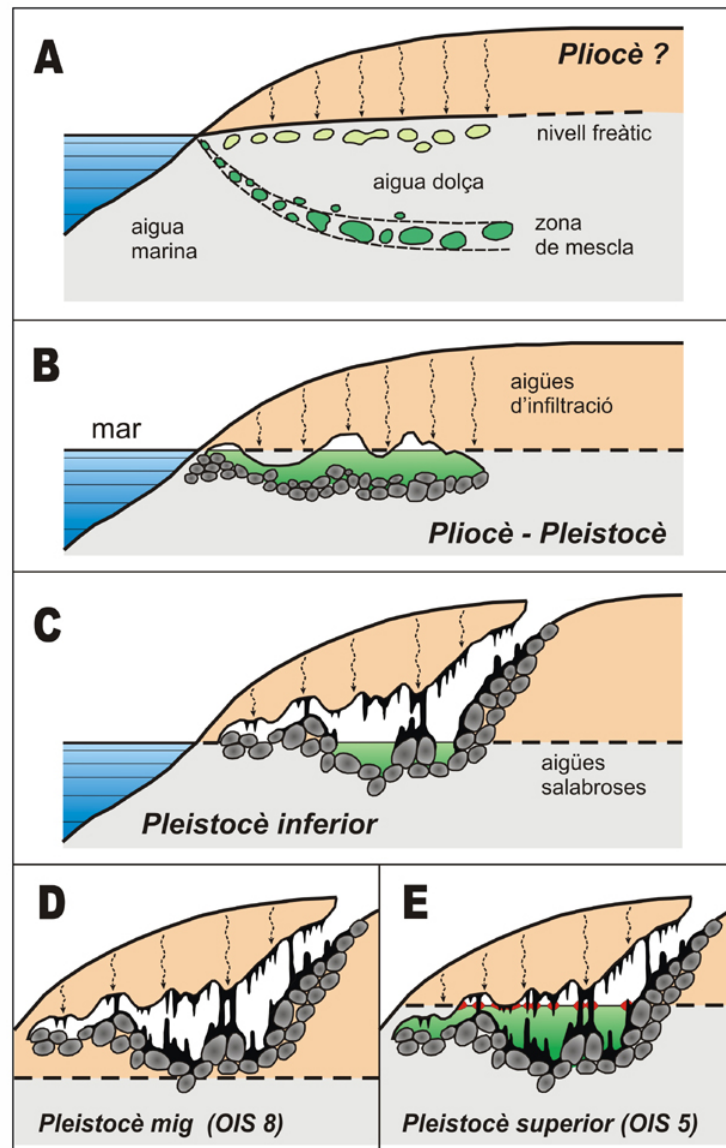
Algunes dècades més tard, en diverses publicacions sobre coves del llevant de l'illa es posa l'èmfasi en el paper dels processos de reajustament mecànic de les voltes i parets de les cavitats (GINÉS & GINÉS, 1976, 1987; TRIAS & MIR, 1977), que pràcticament arriben a desmantellar uns buits inicials excavats en condicions freàtiques. Aquests processos queden en molt de casos fortament emmascarats per una exuberant decoració d'espeleotemes.

Cal esperar a la dècada dels 90 per trobar una discussió crítica sobre l'espeleogènesi de les famoses Coves del Drac, feta des d'una perspectiva històrica (GINÉS & GINÉS, 1992), on s'adapten a l'àmbit geogràfic del llevant i migjorn de Mallorca els coneixements generats a les illes del Carib. En aquest treball es proposa un model evolutiu per a les cavitats de la regió càrstica del Migjorn –tal i com fou definida a GINÉS & GINÉS (1989)– on es contemplen unes fases espeleogenètiques inicials, desenvolupades en condicions freàtiques a la zona de mescla litoral, seguides per processos de col·lapse generalitzat dels sòtils i parets de les coves que, a la vegada, s'intercalen amb episodis de deposició d'espeleotemes; tot això resulta condicionat i controlat en tot moment per la complexa història de les fluctuacions del nivell marí al llarg del Quaternari. Aquestes idees apareixen exposades i complementades en treballs posteriors on s'esbossa una classificació genètica de les coves de Mallorca (GINÉS, 1995a; GINÉS & GINÉS, 2009), així com en un estudi monogràfic dedicat a posar al dia els coneixements disponibles sobre el carst litoral del llevant de l'illa (GINÉS, 2000).

Durant els darrers anys, els progressos en l'exploració subaquàtica de les coves litorals mallorquines han anat aportant un enorme bagatge de dades morfològiques, hidrològiques i espeleocronològiques (GRÀCIA *et al.*, 1997, 1998a, 1998b, 2000, 2001c, 2003a, 2003b, 2005, 2006a, 2006b, 2007a, 2007b, 2009a, 2009b; TUCCIMEI *et al.*, 2006), que permeten tenir una visió molt més acurada de la disposició

tridimensional de les cavitats, dels trets morfològics dominants, de la seva extensió real i dels límits cronològics on s'emmarca l'evolució de l'endocarst. Així mateix, les exploracions en la Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor) anaven convertint aquesta localitat en una de les coves més importants de Mallorca, alhora que aportaven noves dades morfogenètiques de rellevància (MERINO, 1993, 2000, 2002, 2006, 2007; MERINO *et al.*, 2006, 2007, 2008; GRACIA *et al.*, 2009a, 2009b). Totes aquestes investigacions sustenten, en línies generals, el model evolutiu proposat el seu dia per GINÉS & GINÉS (1992), aportant endemés evidències de processos actius de dissolució freàtica en les haloclines observables en algunes cavitats (GRÀCIA *et al.*, 2007b).

Figura 5.2: Seqüència evolutiva proposada per a la morfogènesi de les coves litorals del Migjorn de Mallorca (GINÉS & GINÉS, 1992). a) excavació inicial per dissolució en règim freàtic, lligada a Situacions geoquímiques específiques (zona epifreàtica i zona de mescla entre aigües continentals i marines); b) desenvolupament volumètric de la cavitat mitjançant esfondraments i ajustaments mecànics de les voltes; c) espectaculars fenòmens d'estalagmitització cobreixen un potent substrat de blocs rocosos; d) durant les oscil·lacions negatives del nivell marí es formen estalagmites aèries en el que són els actuals llacs de la cova; e) les fluctuacions glacio-eustàtiques positives del nivell marí queden enregistrades en forma d'alineacions d'espeleotemes freàtics



Finalment, cal fer referència a alguns treballs publicats els darrers anys on es posa l'accent en el paper del processos de col·lapse i reajustament mecànic en la morfogènesi de les coves del Migjorn de Mallorca (GINÉS, 2000a; GRÀCIA *et al.*, 2006a, 2007b), situant al mateix temps l'espeleogènesi de l'àrea dins el context de la carstificació litoral desenvolupada en materials carbonatats relativament recents (GINÉS & GINÉS, 2007).

## **5.2. Els condicionants litològics: els dipòsits del Miocè superior del Sud i Llevant de Mallorca**

L'illa de Mallorca està formada per una sèrie alternant de zones elevades, les Serres, i àrees deprimides, les Marines i el Pla, resultat dels moviments extensius que han afectat l'illa des del Miocè superior, i que han estructurat definitivament tot el conjunt de làmines encavalcants (el promontori balear, continuació de les serralades Bètiques) emplaçades durant l'orogènia alpina –des de l'Oligocè fins al Miocè mig– amb una clara vergència vers el NW. Aquestes estructures compressives són clarament visibles a les Serres, els *horsts*, afectant als materials majoritàriament carbonatats mesozoics que es dipositaren al marge occidental del Tethys (FORNÓS & GELABERT, 2004).

Les zones deprimides, els *grabens*, estan reblertes pels materials considerats postorogènics i que abracen des del Miocè mig fins el Plio-Quaternari. Dins d'aquestes conques neògenes les parts més subsidents presenten potències importants de Pliocè i Quaternari, mentre que a les parts menys subsidents són els dipòsits tabulars del Miocè superior els que afloren amplament. Aquests dipòsits conformen el relleu estructural de la part oriental i sud de Mallorca (Migjorn), que acaba a la línia de costa amb un seguit d'espectaculars penya-segats, amb una gran continuïtat només trencada per l'acció incisiva dels barrancs i torrents, i on els fenòmens endocàrstics hi són ben presents.

Malgrat l'aparent uniformitat litològica carbonatada del Migjorn, els dipòsits del Miocè superior mostren una certa complexitat, diferenciant-s'hi una sèrie de seqüències que es corresponen amb els diversos ambients deposicionals, disposats en arquitectures també complexes pròpies de les plataformes carbonades d'àmbit tropical, i que es caracteritzen des del punt de vista litològic per una gran variabilitat textural.

Així, seguint a FORNÓS *et al.* (2002b) la seqüència inferior, que correspon cronològicament al Tortonià inferior i està disposada en direcció a conca sobre el



mesozoic plegat, correspon a les *Calcsiltites amb Heterostegina* (POMAR, 1979). Es tracta de materials dipositats en una plataforma marina, en un ambient de rampa carbonatada, i que estan compostos majoritàriament per calcilutites que alternen amb capes de calcarenites, la qual cosa els hi confereix una visible estratificació horitzontal. Entre els grans bioclàstics que la componen, a més d'abundants foraminífers i equinoderms, són les algues coral·linàcies el component dominant, essent els coralls absents. La textura fina dels materials (*packstone* –TUCKER & WRIGHT, 1990 p. 20–) afavoreix la presència de bandes amb una intensa bioturbació. Des del punt de vista hidrològic aquesta unitat es pot considerar un aqüítard, comportant-se com una unitat semi-impermeable en la qual els fenòmens de carstificació hi són pràcticament inexistents.

Disposada de forma concordant sobre l'anterior, o discordant sobre el basament mesozoic plegat, trobem la següent unitat que correspon al *Complex d'Esculls* (POMAR *et al.*, 1983) d'edat Tortonià superior – Messinià inferior. Aquesta unitat presenta una

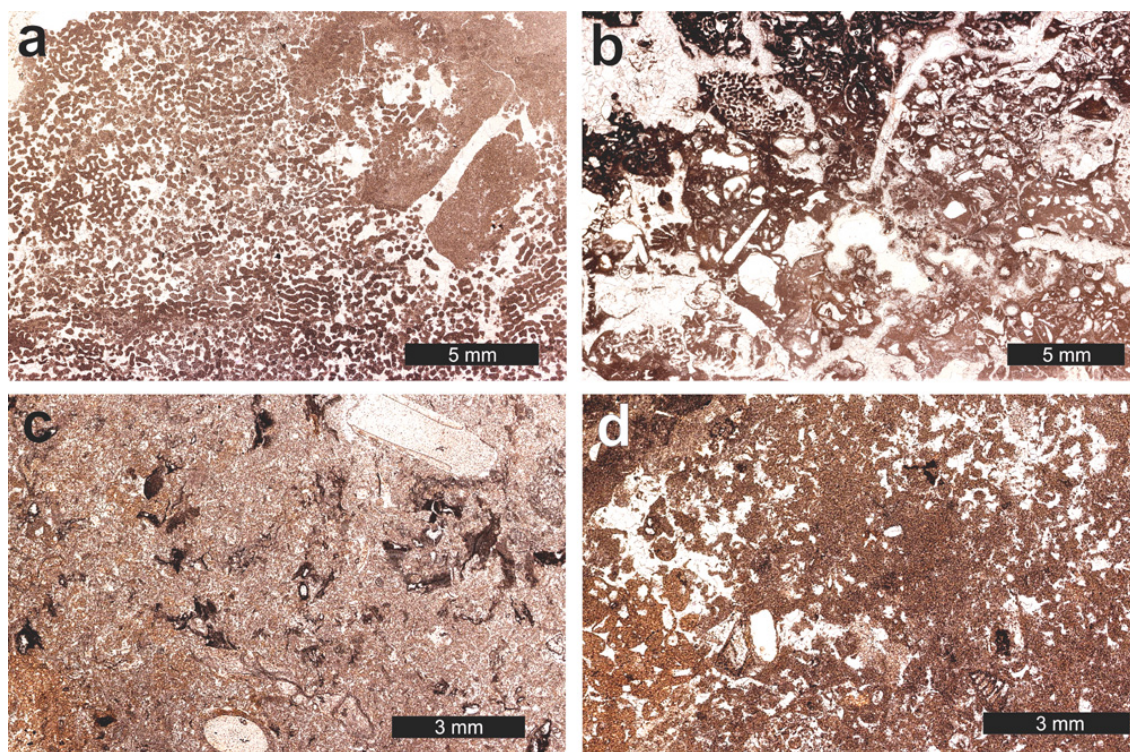


Figura 5.3: Làmines primes (llum paral·lela) de les fàcies del Miocè superior més representatives presents a la Cova de sa Gleda, on s'hi observen les característiques texturals i de composició. a) textura *framestone* amb coralls (*Porites*) de la fàcies de front d'escull; b) textura *rudstone* amb coralls i altra macrofauna (fàcies de front d'escull); c) *packstone* amb equinoderms, foraminífers i mol·luscs (fàcies de lagoon extern); d) *wackestone* amb abundants peloids i foraminífers (fàcies de lagoon intern). Agafat de GINÉS *et al.*, 2008.

gran variabilitat textural ocasionada per la complexa arquitectura que en resulta de la disposició dels diferents subambients implicats, en funció de les oscil·lacions del nivell de la mar (POMAR *et al.*, 1996). En aquest sentit, i donada la importància que té la variabilitat textural resultant pel que fa a l'espeleogènesi, paga la pena diferenciar les litofàcies que es poden trobar dins d'aquest complex escullós, disposat en franges paral·leles a la paleolínia de costa, la progradació del qual ha donat lloc a les actuals marines. Així, les fàcies més profundes i obertes associades al desenvolupament escullós (fàcies de plataforma i de talús distal) estan formades per una alternança de calcarenites, més o menys fangoses (*grainstone-packstone*) de grans gruixuts i en les quals les algues vermelles formant rodòlits són els components principals, amb nivells més calcisilitítics (*packstone-wackestone*) que contenen foraminífers planctònics i abundants fragments de mol·luscs, equinoderms i algues vermelles. El conjunt presenta poca porositat. A peu del talús escullós, i caracteritzat per la laminació amb fort pendent en direcció a conca, trobem sediments calcarenítics molt grollers i de gran variabilitat (*packstone, grainstone, rudstone, floatstone*) que tenen com a bioclasts fragments de mol·luscs, equinoderms, algues vermelles i verdes, briozous i també fragments de coralls. Aquesta litofàcies (fàcies de talús) es caracteritza per una elevada porositat interpartícula.

Les fàcies que pertanyen al nucli de l'escull, sigui a la cresta com a la paret progradant, presenten una textura *framestone* formada pel creixement de les colònies coral·lines, dominades pel gènere *Porites* i caracteritzades pel diferent hàbit de creixement coral·lí que varia en funció de la profunditat. L'estratificació d'aquesta fàcies de front escullós es poc visible donant cossos massius de potència variable, en els quals es fa difícil observar cap laminació. És molt abundant la presència de macroorganismes, tant reomplint els buits deposicionals com de forma incrustant sobre els coralls. Aquesta litofàcies es caracteritza tant per l'elevadíssima porositat primària de tipus interpartícula com per la porositat secundària de tipus motlle, afavorida per la diferent mineralogia carbonatada d'alguns dels seus components, especialment els coralls aragonítics. Aquest fet li confereix una especial predisposició a l'espeleogènesi càrstica en raó de la seva elevada permeabilitat (FORNÓS & GELABERT, 1995) i, en la mateixa línia, afavoreix la posterior evolució morfològica de l'endocarst mitjançant successius processos de col·lapse i dissolució dels materials resultants (GINÉS & GINÉS, 2007).

Finalment, trobem les litofàcies corresponents als subambients més restringits del complex escullós, aquelles que corresponen al *lagoon*, en les seves parts més externes o obertes i les més internes o restringides. En funció del grau d'obertura del *lagoon*, en les fàcies que podríem denominar externes, s'incrementa la mida de gra (*grainstone-packstone*) disminuint el percentatge de fang i mostrant una major variabilitat en el tipus de components presents, com és per exemple la presència de coralls aïllats (*patch reefs*). Aquestes fàcies de *lagoon extern* presenten baixa porositat primària però assoleixen una elevada permeabilitat mitjançant la fracturació. Com a fàcies que caracteritzen els ambients hidrodinàmicament més tranquils i interns del *lagoon*, tenim aquelles que mostren una clara laminació horitzontal i una textura fina (*mudstone-wackestone*), en les quals els peloids i mol·luscs (sencers) en són els components principals. Des del punt de vista hidrològic aquests nivells de *lagoon intern* també es poden considerar aquitards, en raó de la seva baixa porositat, i són poc favorables per a l'actuació dels processos càrstics.

La darrera seqüència pertanyent al Miocè superior correspon al Messinià. A part d'una sèrie d'unitats menors –relacionades amb dinàmiques d'ambient litoral i restringit o amb fàcies de conca– presenta com a unitat més important, i molt ben representada en el Migjorn de Mallorca, les *Calcàries de Santanyí* també denominades *Complex Terminal* (ESTEBAN, 1979/80). Disposada de forma lleugerament discordant sobre una superfície d'erosió, aquesta unitat està afectada per un fort desenvolupament dels fenòmens paleocàrstics (FORNÓS, 1999). El Complex Terminal presenta dos clares associacions de fàcies: la basal, caracteritzada per una marcada estratificació en capes decimètriques (formades per *packstones* de miliòlids amb ostrèids i altres mol·luscs), que mostren estructures verticals degudes a arrels hidromorfes i nivells finament laminats per recobriments criptalgals; i la superior que correspon a un nivell massiu amb una gran presència de les estructures tractives d'origen mareal i composició oolítica (*grainstone*), les quals alternen amb creixements estromatolítics amb doms que poden superar el metre de diàmetre. La presència de nivells centimètrics d'argiles i de materials carbonatats fins, a la base de les Calcàries de Santanyí, individualitza aquesta unitat des del punt de vista hidrològic. A més a més, el grau de cimentació elevat i la poca porositat primària de la roca fan que l'espeleogènesi càrstica estigui en general poc desenvolupada.

## 6. COVES LITORALS COM A HÀBITATS ANQUIHALINS DE LES BALEARS. CATÀLEG ESPELEOLÒGIC I FAUNÍSTIC

### 6.1. Definició d'hàbitat anquihalí

Quan es parla de carstificació litoral i, en concret, de l'espeleogènesi a les illes carbonatades, s'està sempre invocant l'actuació de processos de dissolució en la zona de mescla entre aigües marines i aigües dolces, els quals tenen lloc molt sovint en materials calcaris recents amb una elevada porositat primària. Les coves resultants no tenen una funcionalitat hidrològica destacable pel que fa al drenatge subterrani, ni presenten una adaptació evident a directrius estructurals (diàclasis, falles...), degut sobretot a la important permeabilitat de la roca. Les fluctuacions glacioeustàtiques esdevingudes durant el Quaternari suposen variacions espacials notables dels nivells de base, amb clares repercussions evolutives i geocronològiques.

La diversitat de condicionants litològics i hidrogeològics presents a les nostres illes produeixen una varietat notable de fenòmens subterranis, que abracen des de les petites coves marginals (*flank margin caves*) de Formentera a les grans xarxes subterrànies existents en el cas del Migjorn de Mallorca, a més de l'interessant i bigarrat endocarst del Migjorn menorquí (GINÉS *et al.*, 2008).

Anomenan hàbitats *anquihalins* (del grec anchialos=proper al mar) a les galeries i sales de coves totalment o parcial inundades per aigua salobre o totalment marina, sense presentar generalment connexió directa amb la mar. SKET (1986) entén el concepte de fauna anquihalina com la que habita qualsevol tipus d'aigua dins roques costaneres caracteritzades per una considerable macroporositat i per la influència de la mar. Fa més d'un segle que Racovitza va prospectar la fauna dels llacs de les coves del Drac i hi va trobar una nova espècie: el troglobi *Typhlocirolana moraguesi* (RACOVITZA, 1905). No es torna a realitzar cap campanya de recerca a les cavitats Balears fins a l'any 1969 a la cova de s'Aigo de Menorca, on es van descobrir dues espècies més de crustacis (*Metacrangonix longipes* i *Salentinella angelieri*). L'important desenvolupament de l'espeleologia mallorquina la dècada dels 70 i 80 va possibilitar millorar molt el coneixement biogeogràfic i ecològic d'aquests ambients cavernícoles, ampliant les recerques a trenta cavitats (GINÉS & GINÉS, 1977) i



descrivint les característiques físiques i ecològiques dels llacs (GINÉS, 1983). En la dècada dels 90 es realitzen avanços taxonòmics espectaculars per part dels zoòlegs Damià Jaume i Joan Lluís Pretus (GINÉS, 2002). La concessió de diversos projectes d'estudi de Conservació de la Biodiversitat per part de l'Obra Social de Sa Nostra els anys 2001, 2003, 2006, 2007, 2008 i 2009 ha suposat un important impuls a l'increment de les prospeccions. Hem prospectat zones de les cavitats molt allunyades dels llacs d'entrada i a les màximes fondàries, llocs inabastables pels mitjans clàssics de prospecció dels llacs.

El poblament l'integren animals marins, o d'origen directament marí –cas dels habitants de les capes d'aigua més dessalada–, que en molts de casos representen relíquies de llinatges evolutius primigenis, ja desapareguts o extremadament rars a l'actualitat. Aquesta gran notorietat faunística, juntament amb la distribució extremadament restringida i aïllada que mostren aquests animals –alguns es coneixen en un únic sistema de coves d'una única illa–, els fa molt vulnerables a tot tipus de pertorbacions ambientals, siguin antròpiques o naturals. Nivells insostenibles de desenvolupament en la franja costanera del nostre litoral estan amenaçant la supervivència d'aquest tipus de cavernes tan peculiars. Seguidament proporcionam informació de primera mà sobre el medi anquihalí Balear i la seva fauna, en concret: 1) un cens de les cavitats amb hàbitats anquihalins existents a les illes Balears (Fig. 6.1). 2) un inventari de les espècies estrictament subterrànies de crustacis, el grup animal preponderant (Figura 6.3); 3) alguns aspectes destacats de les cavitats i una avaluació de l'estat en què es troben i possibles amenaces per a la conservació d'aquests ambients (Figura 6.2).

## **6.2. Inventari de cavitats amb hàbitats anquihalins del litoral Balear**

En total, coneixem 57 estacions anquihalines al nostre territori (61 si es consideren per separat els sistemes formats per diverses coves (Fig. 6.1). Totes aquestes cavitats són de naturalesa càrstica i les dimensions de la porció submergida oscil·la entre els més de 10 km de recorregut subaquàtic de la cova de sa Gleda, a Mallorca, per anomenar la més llarga, fins a coves a les quals amb prou feines trobam basses de pocs centímetres de fondària (p.e., cova de la Sínia de Son Toni Amer, cova des Carrer de sa Punta, cova Figuera, cova de s'Aigo, cova des Fumassos, o cova des Pou).

CAVITAT	MUNICIPI	ILLA	GEOLOGIA	UTM Lat.	UTM Long.	DISPONIBILITAT TOPOGRÀFICA
Cova de sa Bassa Blanca	Alcúdia	Mallorca	Mesozoic	4410590	515540	Ginés & Ginés, 1974
Font de ses Aiguades	Alcúdia	Mallorca	Mesozoic	4410179	514181	Gràcia <i>et al.</i> , 2001
Cova des Bastons	Alcúdia	Mallorca	Mesozoic	4415050	516750	Suárez, 1993
Cova de Son Sant Martí	Alcúdia	Mallorca	Mesozoic	4408460	508520	Trias, 1995
Cova de ses Llàgrimes	Alcúdia	Mallorca	Mesozoic	4415100	516810	Gràcia <i>et al.</i> , 2003b
C. Sínia de Son Toni Amer	Campos	Mallorca	Miocè	4360728	503396	Inèdita
Cova de ses Sitjoles	Campos	Mallorca	Miocè	4362450	496350	Inèdita
Cova de na Barxa	Capdepera	Mallorca	Mesozoic	4392960	539300	Andrews <i>et al.</i> , 1989
Cova de na Mitjana	Capdepera	Mallorca	Mesozoic	4390710	539010	Ginés <i>et al.</i> , 1975
Cova dets Ases	Felanitx	Mallorca	Miocè	4365100	523550	Gràcia <i>et al.</i> , 1997
Cova de sa Sínia	Felanitx	Mallorca	Miocè	4364710	522780	Gràcia <i>et al.</i> , 1997
Cova des Coll	Felanitx	Mallorca	Miocè	4364500	522770	Gràcia <i>et al.</i> , 2005
C. des Carrer de sa Punta	Felanitx	Mallorca	Miocè	4364420	522870	Gràcia <i>et al.</i> , 1997
Cova de ses Barraques	Felanitx	Mallorca	Miocè	4360620	521480	Gràcia <i>et al.</i> , 1998a
Cova de Cala Mitjana	Felanitx	Mallorca	Miocè	4360012	521020	Gràcia <i>et al.</i> , 1998a
Cova d'en Bassol	Felanitx	Mallorca	Miocè	4360415	521340	Gràcia <i>et al.</i> , 1998a
C. des Pas de Vallgornera	Llucmajor	Mallorca	Miocè	4357700	489160	Merino <i>et al.</i> , 2006
Cova Genovesa	Manacor	Mallorca	Miocè	4375440	527170	Gràcia <i>et al.</i> , 2003a
Cova de Can Bordils	Manacor	Mallorca	Miocè	4378950	530310	Trias, 1981
Cova des Coloms I	Manacor	Mallorca	Miocè	4372740	525975	Trias, 1992
Coves del Drac	Manacor	Mallorca	Miocè	4376485	528430	Ginés & Ginés, 1992
Cova Figuera	Manacor	Mallorca	Miocè	4378135	529920	Inèdita
Cova de s'Aigo	Manacor	Mallorca	Miocè	4374591	526708	Gràcia <i>et al.</i> , 2003a
Cova des Fumassos	Manacor	Mallorca	Miocè	4377760	527100	Inèdita
Coves dets Hams	Manacor	Mallorca	Miocè	4377530	527610	Ginés, 1995
Cova de s'Ònix	Manacor	Mallorca	Miocè	4377940	527160	Inèdita
Cova des Pou	Manacor	Mallorca	Miocè	4379250	530760	Inèdita
Es Secret des Moix	Manacor	Mallorca	Miocè	4365750	523925	Ginés <i>et al.</i> , 1975
Cova de sa Sínia	Manacor	Mallorca	Miocè	4379360	530830	Inèdita
Cova del Dimoni	Manacor	Mallorca	Miocè	4377355	530025	Ginés, 2000
Avenc des Camp des Pou	Manacor	Mallorca	Miocè	4373175	524565	Trias & Mir, 1977
Cova de Cala Varques ACD	Manacor	Mallorca	Miocè	4372450	525550	Gràcia <i>et al.</i> , 2000
Cova de Cala Varques B	Manacor	Mallorca	Miocè	4372500	525500	Gràcia <i>et al.</i> , 2000
Cova de Cala Falcó	Manacor	Mallorca	Miocè	4372950	525890	Trias & Mir, 1977
Sistema Pirata-Pont-Piqueta	Manacor	Mallorca	Miocè	4373360	525590	Gràcia <i>et al.</i> , 2006a
Cova des Serral	Manacor	Mallorca	Miocè	4371690	525095	Ginés, 2000
Cova des Sòtil	Manacor	Mallorca	Miocè	4369790	524885	Ginés, 2000
Cova de sa Gleda	Manacor	Mallorca	Miocè	4372315	523805	Gràcia & Clamor, 2001
Avenc del Carregador	Pollença	Mallorca	Mesozoic	4421660	516690	Encinas, 1994
Avenc de Cala en Gossalba	Pollença	Mallorca	Mesozoic	4421610	516140	Encinas, 1994
Cova de s'Illot	Sant Llorenç	Mallorca	Miocè	4380170	532070	Mascaró, 1968
Cova de s'Abisament	Sant Llorenç	Mallorca	Miocè	4380930	532070	Gràcia <i>et al.</i> , 2006b
Cova de sa Torre	Sant Llorenç	Mallorca	Miocè	4381410	532050	Vives, 1973
C. Drac de Cala Santanyí	Santanyí	Mallorca	Miocè	4353625	512830	Gràcia <i>et al.</i> , 1998b
Cova des Dracs	Santanyí	Mallorca	Miocè	4350425	508700	Inèdita
Cova des Burri	Palma	Cabrera	Mesozoic	4332318	496491	Trias, 1993
Cova de sa Llumeta	Palma	Cabrera	Mesozoic	4337312	496567	Trias, 1993
Cova de sa Font	Andratx	Dragonera	Mesozoic	4382684	442389	Trias, 1995
Cova de s'Aigo	Ciutadella	Menorca	Miocè	4424880	571490	Trias, 2004
Cova de sa Tauleta	Ciutadella	Menorca	Miocè	4424620	571217	Trias & Ginés, 1989
Cova de na Figuera	Ciutadella	Menorca	Miocè	4424740	571390	Maluquer, 1952
Cova Polida	Es Mercadal	Menorca	Mesozoic	4436060	598670	Montoriol & Assens, 1957
Avenc de s'Albufereta	Es Mercadal	Menorca	Mesozoic	4435450	598950	Montoriol & Assens, 1957
Cova dets Anglesos	Es Mercadal	Menorca	Mesozoic	4435950	597950	Montoriol & Assens, 1957
Cova de ses Figueres	Sant Lluís	Menorca	Miocè	4409710	605800	Pretus, 1981
Coves de ses Pedreres	Formentera	Formentera	Miocè	4286040	365960	Trias, 1982
Cova de Can Ferrando	Formentera	Formentera	Miocè	4285840	364970	Trias, 1986

Figura 6.1: Cavitats litorals de Balears amb hàbitats anquihalins.



CAVITAT	MUNICIPI	ILLA	INTERES ESPELEOMETRIC	ESPELEOTEMES	MORFOLOGIES CORROSIÓ	ESPELEOTEMES FREÀTICS	JACIMIENT PALEONTOLÒGIC	IMPORTÀNCIA ARQUEOLÒGICA	NOMBRE D'ESPÈCIES	GRAU DE CON- SERVACIÓ	AMENACES POTENCIALS	VALORACIÓ GLOBAL (NECESSITAT DE PROTECCIÓ)
Cova de sa Bassa Blanca	Alcúdia	Mallorca	SI	SI		SI	SI		4	2	8	MAXIMA
Font de ses Aiguades	Alcúdia	Mallorca		SI	SI		SI	SI	1	1		ELEVADA
Cova des Bastons	Alcúdia	Mallorca	SI	SI	SI	SI				2	3	ELEVADA
Cova de Son Sant Martí	Alcúdia	Mallorca		SI				SI	5	2	8	ELEVADA
Cova de ses Llàgrimes	Alcúdia	Mallorca	SI	SI		SI				1	8	ELEVADA
C. Sínia Son Toni Amer	Campos	Mallorca								1		NORMAL
Cova de ses Sitjoles	Campos	Mallorca							1	1		NORMAL
Cova de na Barxa	Capdepera	Mallorca		SI			SI		9	2	8	ELEVADA
Cova de na Mitjana	Capdepera	Mallorca		SI		SI			8	2	8	MAXIMA
Cova dets Ases	Felanitx	Mallorca	SI	SI				SI	3	2	3,8	ELEVADA
Cova de sa Sínia	Felanitx	Mallorca		SI					2	1		NORMAL
Cova des Coll	Felanitx	Mallorca	SI	SI	SI		SI	SI	14	3	1,3,4,7	MAXIMA
C. des Carrer de sa Punta	Felanitx	Mallorca								3	1,2,4,6	NORMAL
Cova de ses Barraques	Felanitx	Mallorca							1	1		NORMAL
Cova de Cala Mitjana	Felanitx	Mallorca	SI	SI						2	7	NORMAL
Cova d'en Bassol	Felanitx	Mallorca	SI	SI	SI	SI				1	3,7	MAXIMA
C. des Pas de Vallgornera	Llucmajor	Mallorca	SI	SI	SI	SI			2	2	3,4,8	MAXIMA
Cova Genovesa	Manacor	Mallorca	SI	SI	SI	SI	SI	SI	12	3	1,3,4,6	MAXIMA
Cova de Can Bordils	Manacor	Mallorca	SI	SI				SI	1	3	6	ELEVADA
Cova des Coloms I	Manacor	Mallorca	SI	SI	SI	SI			5	3	8	ELEVADA
Coves del Drac	Manacor	Mallorca	SI	SI		SI		SI	5	3	5	ELEVADA
Cova Figuera	Manacor	Mallorca	SI	SI	SI				1	1		ELEVADA
Cova de s'Aigo	Manacor	Mallorca								3	2,4	NORMAL
Cova des Fumassos	Manacor	Mallorca		SI			SI		1	1		NORMAL
Cova dets Hams	Manacor	Mallorca	SI	SI					5	3	5	NORMAL
Cova de s'Onix	Manacor	Mallorca	SI	SI		SI	SI		4	2	2	ELEVADA
Cova des Pou	Manacor	Mallorca							2	1		NORMAL
Es Secret des Moix	Manacor	Mallorca		SI					5	1		NORMAL
Cova de sa Sínia	Manacor	Mallorca	SI	SI				SI	1	2	4	ELEVADA
Cova del Dimoni	Manacor	Mallorca		SI		SI			5	2	8	NORMAL
Avenc des Camp des Pou	Manacor	Mallorca							2	2	7	NORMAL
Cova de Cala Varques ACD	Manacor	Mallorca	SI	SI		SI			11	2	3,6,8	ELEVADA
Cova de Cala Varques B	Manacor	Mallorca	SI	SI	SI	SI	SI		2	2	3,6,8	MAXIMA
Cova de Cala Falcó	Manacor	Mallorca		SI			SI		10	1	8	ELEVADA
Sistema Pirata-Pont-Piqueta	Manacor	Mallorca	SI	SI	SI	SI	SI	SI	10	2	8	MAXIMA
Cova des Serral	Manacor	Mallorca	SI	SI	SI	SI			7	2	4,7	ELEVADA
Cova des Sòtil	Manacor	Mallorca		SI					5	1		NORMAL
Cova de sa Gleda	Manacor	Mallorca	SI	SI	SI	SI	SI	SI	8	2	3,7	MAXIMA
Avenc del Carregador	Pollença	Mallorca								1		NORMAL
Avenc de Cala en Gossalba	Pollença	Mallorca		SI						1		NORMAL
Cova de s'Illot	Sant Llorenç	Mallorca		SI				SI	1	2	8	NORMAL
Cova de s'Abisament	Sant Llorenç	Mallorca		SI	SI	SI	SI		6	2	4	ELEVADA
Cova de sa Torre	Sant Llorenç	Mallorca							1	4	2,4	NORMAL
C. Drac de Cala Santanyí	Santanyí	Mallorca	SI	SI	SI	SI		SI	3	2	1,3,4,8	MAXIMA
Cova des Dracs	Santanyí	Mallorca	SI	SI	SI	SI		SI	3	2	8	MAXIMA
Cova des Burri	Palma	Cabrera	SI	SI					10	1		ELEVADA
Cova de sa Llumeta	Palma	Cabrera		SI				SI	8	1		ELEVADA
Cova de sa Font	Andratx	Dragonera		SI					4	2	5,7	ELEVADA
Cova de s'Aigo	Ciutadella	Menorca	SI	SI	SI	SI		SI	2	2	4	MAXIMA
Cova de sa Tauleta	Ciutadella	Menorca		SI						2	4	ELEVADA
Cova de na Figuera	Ciutadella	Menorca		SI						2	4,6	NORMAL
C. de ses Figueres	Sant Lluís	Menorca		SI	SI				3	1		ELEVADA
Cova Polida	Es Mercadal	Menorca		SI					2	1		ELEVADA
Avenc de s'Albufereta	Es Mercadal	Menorca								1	8	NORMAL
Cova dets Anglesos	Es Mercadal	Menorca								1		NORMAL
Coves de ses Pedreres	Formentera	Formentera							3	4	2	NORMAL
Cova de Can Ferrando	Formentera	Formentera		SI					e	1	7	ELEVADA

Figura 6.2: Aspectes destacats de les cavitats amb hàbitats anquihalins: Grau de conservació (1: no amenaçada. 2: vulnerable, amb intens règim de visites o situades dins terrenys urbanitzables. 3: alterada, sotmesa a explotació turística, abocaments d'aigües residuals, etc. 4: pràcticament destruïda). Amenaces potencials (1: abocaments d'aigües residuals per infiltració. 2: Destrucció mecànica. 3: pràctica de l'espeleobusseig comercial). 4: localització dins nuclis urbans amb risc de destrucció. 5: explotació turística. 6: abocament de fems, electrodomèstics, animals morts, etc. 7: extracció d'aigua amb finalitats domèstiques o agrícoles. 8: freqüentació excessiva i incontrolada).

### **6.3. Inventari del poblament animal (espècies estrictament subterrànies)**

L'interès faunístic de totes aquestes cavitats és extraordinari. S'han registrat un total de 40 espècies de crustacis aquàtics estigobionts (això és, habitants exclusius de les aigües subterrànies). Entre aquelles destaquen 1 dels 2 únics representants en aigües espanyoles de l'ordre Thermosbaenacea; així com els únics representants de famílies com els Metacrangonyctidae, Ridgewayiidae, Superornatiremidae i Speleophriidae. És remarcable també la localització en aquest medi d'una de les 2 espècies cavernícoles de decàpodes, així com de les 2 espècies de misidacis cavernícoles conegudes al nostre país. El llistat de totes les espècies trobades es presenta a la taula 2. Cal destacar que 28 són endemismes exclusius Balears. També 5 dels 32 gèneres registrats són també endèmics. La riquesa en espècies de les cavitats és variable (entre 0 i 14), amb el rècord establert a les localitats mallorquines de la cova des Coll i la cova Genovesa, amb 14 i 12 espècies, respectivament (Fig. 6.3).

### **6.4. Avaluació de l'estat de conservació de les cavitats**

Algunes de les espècies anquihalines trobades semblen estar restringides a una cavitat o sistema cavernícola. Això les fa extremadament vulnerables a qualsevol influència antròpica. I, per a la seva desgràcia, aquestes coves es troben en general a menys de 500 m de la costa. D'aquí que la principal amenaça per a la seva conservació procedeix de l'excessiu desenvolupament turístic de la franja litoral, bé per destrucció física d'aquestes coves (p.e., en preparar els fonaments d'edificacions, o per les pedreres que proveeixen de material de construcció a les noves promocions urbanístiques, o pel seu reblit per escombraries), o bé per l'abocament d'aigües residuals domèstiques o la infiltració difusa a través dels aquífers costaners. Cal dir en aquest sentit que és freqüent que moltes cases, sobre tot les situades als nuclis litorals antics, limiten el sistema d'evacuació d'aigües residuals a l'abocament directe en pous negres sense impermeabilitzar. Aquests vessaments es realitzen en ocasions directament a les sales inundades d'algunes cavitats, com és el cas de la cova Genovesa, situada en el litoral de Manacor i la cova des Coll en el terme de Felanitx. No s'han fet investigacions de les repercussions sobre la fauna aquàtica, si és que n'hi ha, de l'explotació turística d'algunes cavitats (p.e., les coves del Drac i les coves dets Hams, a Mallorca). Diverses cavitats s'utilitzen per a l'extracció de l'aigua, bé amb finalitat agrícola o de jardineria



Classe MAXILLOPODA Dahl, 1956 Subclasse COPEPODA H. Milne Edwards, 1830	Classe MALACOSTRACA Latreille, 1806
<b>Ordre CALANOIDA G.O. Sars, 1903</b> Família Arietellidae G.O. Sars, 1902 Gènere <i>Metacalanus</i> Cleve, 1901 <i>Metacalanus</i> sp. Gènere <i>Paramisophria</i> T. Scott, 1897 <i>P. mediterranea</i> Jaume, Cartes & Boxshall, 2000 <i>Paramisophria</i> sp. nov. 1 <i>Paramisophria</i> sp. nov. 2 Família Pseudocyclopiidae T. Scott, 1892 Gènere <i>Stygocyclopia</i> Jaume & Boxshall, 1995 <i>Stygocyclopia balearica</i> Jaume & Boxshall, 1995 Gènere <i>Thompsonopia</i> Jaume, Fosshagen & Iliffe, 1999 <i>T. mediterranea</i> Jaume, Fosshagen & Iliffe, 1999 Família Ridgewayiidae M.S. Wilson, 1958 Gènere <i>Ridgewayia</i> Thompson & Scott, 1903 <i>R. marki</i> ssp. <i>minorcaensis</i> Razouls & Carola, 1996 Gènere <i>Exumella</i> Fosshagen, 1970 <i>E. mediterranea</i> Jaume & Boxshall, 1995 Família Stephidae G.O. Sars, 1902 Gènere <i>Stephos</i> T. Scott, 1892 <i>S. canariensis</i> Boxshall, Stock & Sánchez, 1990 <i>S. margalefi</i> Riera, Vives & Gili, 1991 <i>S. vivesi</i> Jaume, Boxshall & Gràcia, en premsa	<b>Ordre AMPHIPODA Latreille, 1816</b> <b>Suborden Gammaridea Dana, 1852</b> Família Bogidiellidae Hertzog, 1936 Gènere <i>Bogidiella</i> Hertzog, 1933 <i>B. (Bogidiella) balearica</i> Dancau, 1973 Gènere <i>Racovitziella</i> Jaume, Boxshall & Gràcia (en prep.) <i>R. mallorcae</i> Jaume, Boxshall & Gràcia (en prep.) Família Melitidae Bousfield, 1977 Gènere <i>Pseudoniphargus</i> Chevreux, 1901 <i>P. formenterae</i> Pretus, 1990 <i>P. pityusensis</i> Pretus, 1990 <i>Pseudoniphargus</i> sp. (= <i>P. africanus</i> ) sensu Rufo, 1959-60) Gènere <i>Psammogammarus</i> S. Karaman, 1955 <i>P. burri</i> Jaume & García, 1992 Família Metacrangonyctidae Boutin & Messouli, 1988 Gènere <i>Metacrangonyx</i> Chevreux, 1909 <i>M. longipes</i> Chevreux, 1909 Família Salentinellidae Bousfield, 1977 Gènere <i>Salentinella</i> Ruffo, 1947 <i>S. angelieri</i> Ruffo & Delamare-Deboutteville, 1952
<b>Ordre CYCLOPOIDA Burmeister, 1834</b> Família Cyclopidae Dana, 1853 Gènere <i>Diacyclops</i> Kiefer, 1927 <i>Diacyclops</i> cf. <i>clandestinus</i> (Kiefer, 1936) Gènere <i>Halicyclops</i> A.M. Norman, 1903 <i>H. troglodytes</i> Kiefer, 1954 Gènere <i>Mesocyclops</i> Kiefer, 1927 <i>Mesocyclops</i> cf. <i>salinus</i> Onabamiro, 1957 Gènere <i>Metacyclops</i> Kiefer, 1927 <i>M. subdulus</i> Kiefer, 1938 Gènere <i>Neocyclops</i> Gurney, 1927 <i>N. (Protoneocyclops) mediterraneus</i> (Kiefer, 1960) Família Cyclopinidae G.O. Sars, 1913 Gènere <i>Ginesia</i> Jaume & Boxshall, 1997 <i>G. longicaudata</i> Jaume & Boxshall, 1997 Gènere <i>Muceddina</i> Jaume & Boxshall, 1996 <i>M. multispinosa</i> Jaume & Boxshall, 1996 Gènere <i>Troglocyclopina</i> Jaume & Boxshall, 1996 <i>T. balearica</i> Jaume & Boxshall, 1996	<b>Ordre ISOPODA Latreille, 1817</b> <b>Subordre Asellota Latreille, 1803</b> Superfamília Janiroidea Família Janiridae G.O. Sars, 1899 Gènere <i>Trogloianiropsis</i> Jaume, 1995 <i>T. iloberai</i> Jaume, 1995 Família Microparasellidae Karaman, 1933 Gènere <i>Microcharon</i> Karaman, 1934 <i>Microcharon</i> sp. <b>Subordre Cymothoidea Wägele, 1989</b> Família Cirolanidae Dana, 1852 Gènere <i>Typhlocirolana</i> Racovitza, 1905 <i>T. moraguesi</i> Racovitza, 1905 Gènere <i>Metacirolana</i> Nierstrasz, 1931 <i>M. ponsi</i> Jaume & García, 1992
<b>Ordre HARPACTICOIDA G.O. Sars, 1903</b> Família Superomatiroidae Huys, 1996 Gènere <i>Intercrusia</i> Huys, 1996 <i>I. garciai</i> Jaume, 1997 Gènere <i>Neoechinophora</i> Huys, 1996 <i>N. xoni</i> Jaume, 1997 Gènere <i>Superomatiroides</i> Huys, 1996 <i>S. mendai</i> Jaume, 1997	<b>Ordre MYSIDACEA Boas, 1883</b> <b>Subordre Mysida Boas, 1883</b> Família Mysidae Latreille, 1803 Gènere <i>Burrinymis</i> Jaume & García, 1993 <i>B. palmeri</i> Jaume & García, 1993 <i>R. nura</i> Wittmann, 2004
<b>Ordre MISOPHRIOIDA Gurney, 1933</b> Família Speleophriidae Boxshall & Jaume, 2000 Gènere <i>Speleophria</i> Boxshall & Iliffe, 1986 <i>S. gymnesica</i> Jaume & Boxshall, 1996 Gènere <i>Speleophriopsis</i> Jaume & Boxshall, 1996 <i>S. balearicus</i> Jaume & Boxshall, 1996	<b>Ordre THERMOSBAENACEA Monod, 1927</b> Família Monodellidae Taramelli, 1954 Gènere <i>Tethysbaena</i> Wagner, 1994 <i>T. scabra</i> (Pretus, 1991)
	<b>Ordre DECAPODA Latreille, 1802</b> <b>Subordre Natantia Boas, 1880</b> Família Alpheidae Rafinesque, 1815 Gènere <i>Bermudacaris</i> Anker & Iliffe, 2000 <i>Bermudacaris</i> sp. nov.

Figura 6.3: Llistat dels crustacis anquihalins de cavitats Balears (subratllat: taxa endèmics).

(p.e., cova de Cala Mitjana), o bé lúdica, tal com l'ompliment de piscines (p.e., cova de Cala Mitjana; cova des Coll). La cova de Can Bordils s'empra per estimbar els cadàvers del bestiar des d'un forat que hi ha al sostre de la cavitat. També n'hi ha d'utilitzades com abocadors de fems i electrodomèstics (cova Genovesa, cova des Carrer de sa Punta). S'ha de remarcar l'efecte nociu d'una activitat esportiva en expansió a la nostra comunitat, l'escafandrisme dins cavitats, que comença a practicar-se massivament amb finalitats turístico-comercials sense comptar encara amb una regulació de l'activitat. S'ha de tenir present la gran pertorbació provocada per les bombolles en un medi permanentment estratificat, com són les aigües d'aquest tipus de coves, endemés de la destrucció física que provoquen en estalactites i altres formacions subaquàtiques (HUMPHREYS *et al.*, 1999). El grau de conservació de totes les cavitats amb hàbitats anquihalins de les Balears s'ha avaluat aplicant una escala arbitrària de 1 a 4, mentre que les amenaces potencials o reals per a la seva conservació es descriuen de forma concisa en 8 categories (Fig.6.2).

## **7. LA COVA DES COLL (Felanitx): ESPELEOGÈNESI, GEOMORFOLOGIA, HIDROLOGIA, SEDIMENTOLOGIA, FAUNA I CONSERVACIÓ**

### **7.1. Introducció**

S'ha efectuat l'estudi integral de la cavitat gràcies al projecte atorgat per l'Obra Social de SA NOSTRA, dins la convocatòria d'ajuts per a projectes de Conservació de la Biodiversitat 2003. En total han fet falta exploracions i recerques al llarg de 6 anys, que han suposat 60 dies d'immersions la primera campanya (1994, 1995 i 1996) i 65 dies d'immersions la segona (2003, 2004 i 2005). Les tasques de busseig efectuades sumen 124 dies. El total de temps de busseig supera les 900 hores dins la cavitat, sense tenir en compte les tasques de preparació de l'equip ni de transport del material (GRÀCIA *et al.*, 2005).

### **7.2. Història resumida de les exploracions i de les feines de camp**

**1994** - Topografia de la zona terrestre prop de l'entrada (sector de l'Esfondrament) i troballa de les primeres continuacions subaquàtiques amb tècniques i equipament del tot insuficients al sector del Descobriment (GRÀCIA *et al.*, 1997).

**1995** - Exploració del sector del Patatums i també s'avança pel sector dels Autèntics. Es troben dos pous artificials per extreure aigua que connecten amb la cavitat (GRÀCIA *et al.*, 1997).

**1996** - Descobriment, entrant per la mar, de les galeries sota el nucli urbà (sector del Poble) i connexió amb la resta de la cavitat. Continuen les progressions pel sector dels Autèntics i es descobreix el sector Final. El seu recorregut el 1996 era de 4.880 m, repartits entre 3.389 m subaquàtics, 765 m aquàtics amb aire i 726 m terrestres. L'extrem més distant es troba a 1200 m de la mar (GRÀCIA *et al.*, 1997).

**1999** - Troballa de 90 m de continuacions al final de la sala Tancada (galeries de Més Enllà), després de superar un tram molt angost (GRÀCIA *et al.*, 2005) .

**2003** - Exploració de 710 m a les galeries Laberíntiques, al sector dels Espectres. Connexió de la galeria dels Solitaris amb la sala del Descobriment a la part final del sífó de la Terra Roja (sector del Descobriment). Connexió lateral prop de la sala Tancada



amb el sector dels Espectres (175 m de recorregut total). S'aconsegueix connectar, després de 115 m, el sector del Descobriment amb la galeria dels Encomanats a Déu i troballa de petites continuacions a l'Oceà de Fang. Es realitzen obres d'endrecament de l'entrada de la cova (sala dels Porcs) per facilitar l'accés al sifó d'entrada. Exploració de 320 m de les galeries Corcades, des de la sala de la Panxa fins a connectar amb les galeries del Segon Pou (GRÀCIA *et al.*, 2005).

**2004** - A la sala Benvinguda es descobreix la galeria del Flux, després de forçar un laminador a uns 9 m de fondària (165 m de recorregut). Continuació de les exploracions a les galeries de Més Enllà (total explorat 230 m). Exploració de laminadors a les proximitats del segon Pou, troballa de galeries que connecten amb la sala de la Panxa i altres ramals. Exploració d'uns 185 m de galeries i sales escampades al sector Final. Exploració de 90 m a una nova galeria inferior al sector Final (màxima fondària de la cova, -15 m). Pesques de plàncton, col·locació de trapes i perfils hidrològics. Sessions fotogràfiques i tasques topogràfiques. Recollida de mostres de sediment (GRÀCIA *et al.*, 2005).

**2005** - Topografia, pesques de plàncton, col·locació de trapes i sessions fotogràfiques (GRÀCIA *et al.*, 2005).



Figura 7.1: Entrada a la cova des Coll per la dolina d'esfondrament. Primeres immersions a la cavitat l'any 1994. Per molt poc l'entrada no a quedar totalment impracticable.





Figura 7.2: Transport de material fins al sífó d'entrada.

### 7.3. Descripció resumida de la cavitat

És la cova subaquàtica amb entrada submarina de més recorregut de l'Estat Espanyol: 7.020 m dels quals 5.529 m són subaquàtics, 765 m aquàtics amb aire i 726 m terrestres. Compta amb dues entrades naturals i dos pous que connecten amb la cova. Una de les entrades comunica amb la mar i l'altra es localitza darrera del nucli urbà, i s'ha format com a conseqüència de l'estucament d'una antiga galeria. Les dues direccions principals que segueixen les galeries de la cavitat són: 315° al sector de l'Esfondrament i 260° al sector dels Autèntics fins al sector dels Espectres. Un sector de la cavitat està situat sota el nucli urbà de Portocolom. La cova la consideram subdividida en set sectors (GRÀCIA *et al.*, 1997; GRÀCIA *et al.*, 2005):

#### 7.3.1. SECTOR DEL POBLE

Parteix des de la mar, de ses barraques de s'Aigo Dolça o s'Esdolç (barraca de Ca l'amo Antoni Vica) fins a la sala del Pou Negre, amb direccions predominants entre 285° i 313°. La màxima profunditat és de -3 m i el sostre normalment està entre 0 i -0,5

m a excepció de les sales. Constitueix el tram menys ramificat de la cavitat. Només presenta, a més de la sala del Pou Negre, la sala del Saurí Santana (31 m de llargària, fins a 13 m d'amplària i entre 3 i 6 m d'alçària), i la cova des Carrer de sa Punta que antigament formaria part del sistema (43 m de llargària, 13 m d'amplària i entre 3 i 7 m d'alçària).

### **7.3.2. SECTOR DE L'ESFONDRAIMENT**

Comprèn les galeries i sales que envolten la dolina d'esfondrament, amb direccions de 315°, des de la sala del Pou Negre fins a la sala dels Porcs. La màxima fondària sota les aigües és de -4 m i el sostre de les galeries sotaiguades se sol trobar entre 0 i -1 m. Predomina l'aspecte caòtic causat per l'acumulació de blocs i pedres.

### **.3.3. SECTOR DEL DESCOBRIMENT**

Va del sífó del Misteri i de la Terra Roja a la sala Girada. La direcció predominant és de 315°. La característica més notòria és l'abundància de sales i cambres produïdes per l'esfondrament (sala del Descobriment, sala Girada,



Figura 7.3: Preparatius previs a la immersió a la petita entrada del sífó que s'obri darrera del nucli urbà de Portocolom.





Figura 7.4: Sortida a la mar, al Rivetó de Portocolom, de la cova des Coll. Aquests corrents, temporalment i en alguns indrets, poden esser espectaculars, com és en el cas del sector des Poble, a on els canvis baromètrics es tradueixen en corrents de sortida o d'entrada, per compensar la diferència de nivell de la mar amb el nivell freàtic de la cavitat

sala de la Trencadissa). Al llarg de la darrera campanya s'ha aconseguit connectar les galeries dels Solitaris amb el sifó de la Terra Roja.

#### **7.3.4. SECTOR DEL PATATÚS**

Està format per la zona de llevant (galeries del Primer Pou fins a les galeries de Més Enllà). Predomina l'aspecte laberíntic de les galeries, però també presenta dues sales importants: la sala de la Panxa (de 50 x 32 m) i la sala Tancada (47 x 17 m), ambdues amb cambres d'aire. Les darreres exploracions han permès connectar la galeria dels Encomanats a Déu amb el sector del Descobriment i perllongar la sala Tancada amb les galeries de Més Enllà.

#### **7.3.5. SECTOR DELS AUTÈNTICS**

Comprèn totes les galeries de la cavitat situades a ponent del sector del Patatums: això és galeries del Segon Pou, la sala Benvinguda, la galeria de les Esponges, la galeria de les Estalagmites Negres i les galeries de la Mare de Déu, totes amb direcció predominant 260°. La sala Benvinguda és la de majors dimensions de la cavitat (45 m de llargària per 30 m d'amplària). Amb les darreres exploracions han aparegut les galeries Corcades que connecten la sala de la Panxa amb les galeries del Segon Pou, la galeria del Flux i la galeria del Perdut.

#### **7.3.6. SECTOR DELS ESPECTRES**

La troballa d'importantes continuacions al final de la galeria dels Espectres, en forma de xarxa de galeries paral·leles interconnectades (galeries Laberíntiques) ens ha dut a afegir aquest nou sector.

#### **7.3.7. SECTOR FINAL**

S'inicia a la sala de la Confusió fins a la sala Pregau per Nosaltres. Les recerques en aquest sector han descobert la galeria Inferior, la sala del Cap Buit i altres continuacions. Es caracteritza per no seguir en general una direcció clara. Està formada per la unió de sales, cambres freàtiques circulars i algunes galeries interconnectades. És la zona amb més presència d'espeleotemes de la cavitat. La fondària màxima és de 15 m, el sostre sempre està per davall dels -5 m.



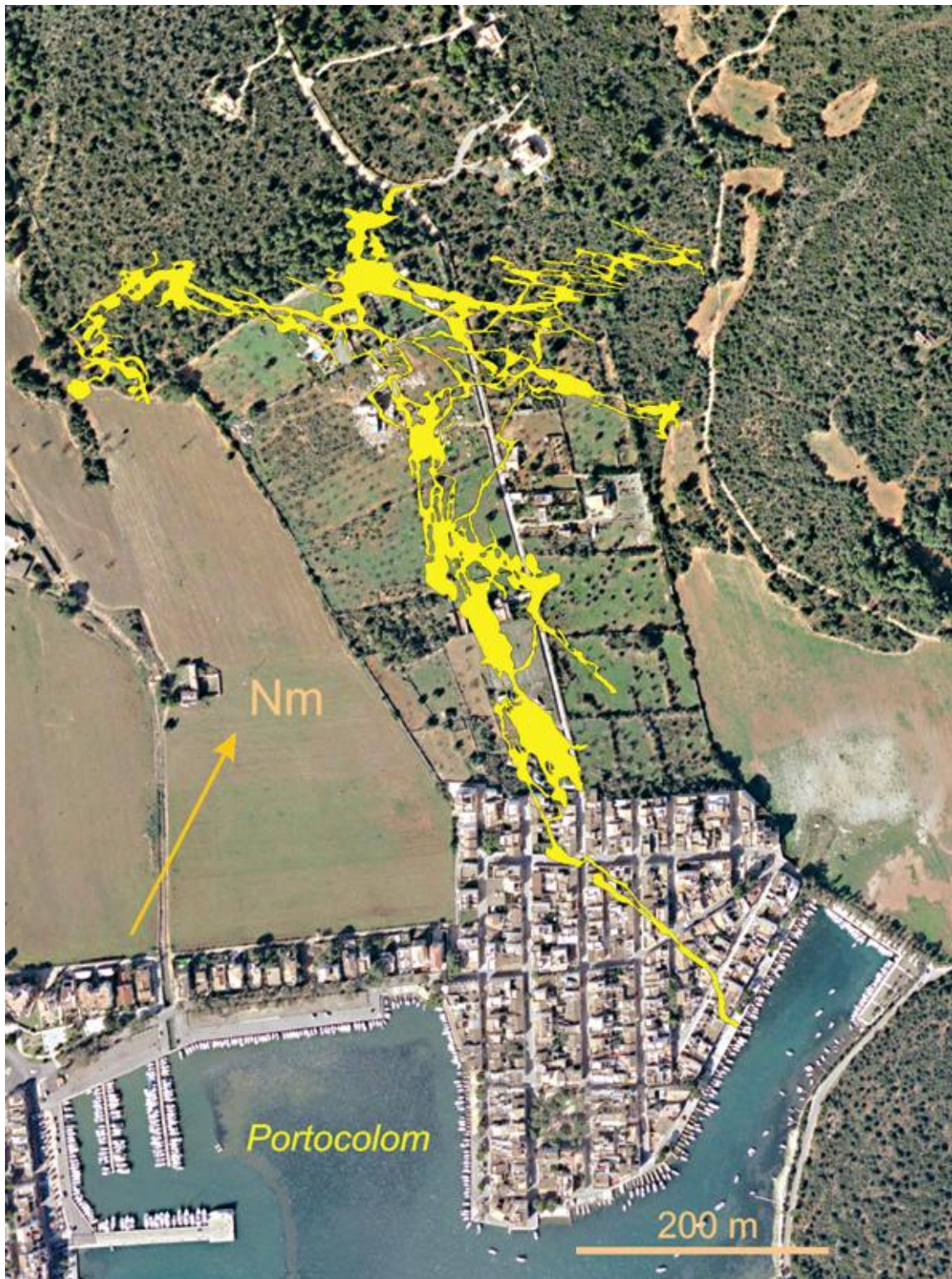


Figura 7.5: Fotografia aèria de Portocolom amb la planta de la cova des Coll superposada. La topografia d'una cavitat és l'eina de treball imprescindible per a veure la correspondència amb la superfície. Les cavitats com a megaformes queden representades amb la topografia en planta. La cova des Coll té com una de les seves peculiaritats passar al llarg de més de 300 m per davall del nucli urbà de Portocolom, que travessa gairebé d'est a oest (sector del Poble). La pròpia entrada submarina es troba dins un escar del lloc conegut com es Rivetó.

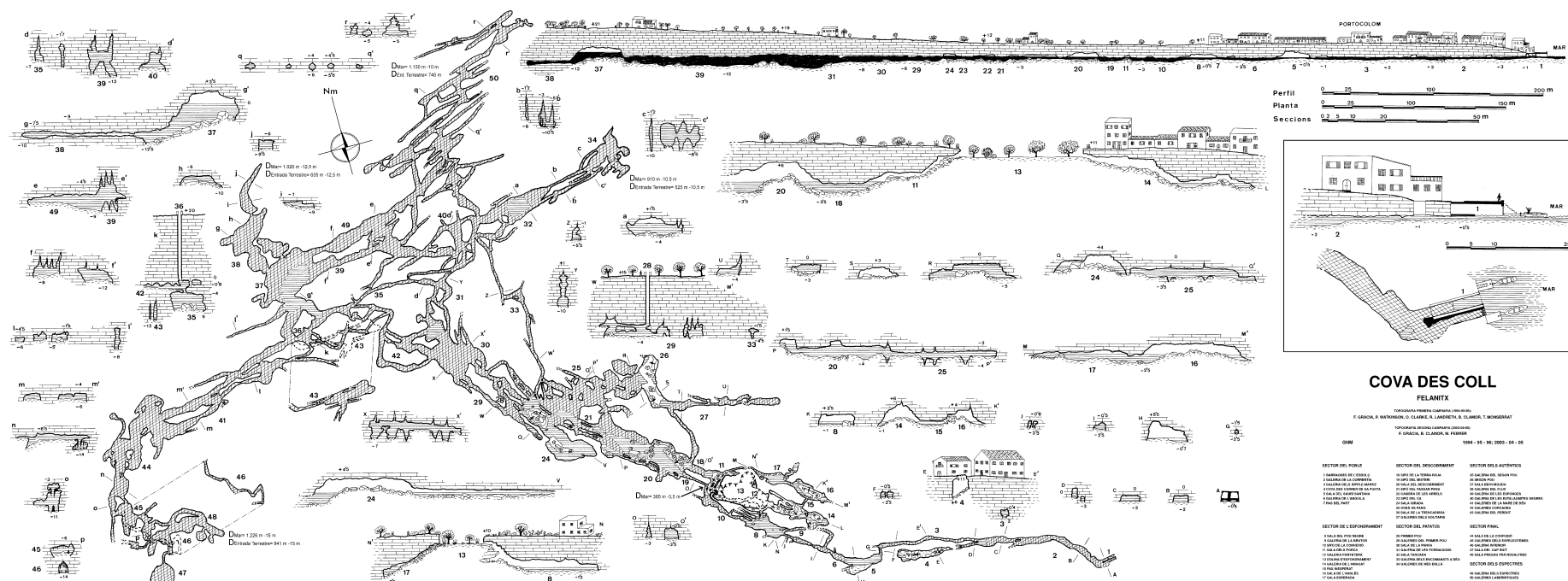


Figura 7.6: Topografia de la cova des Coll. En total han fet falta exploracions i recerques al llarg de 6 anys, que han suposat 60 dies d'immersions la primera campanya (1994, 1995 i 1996) i 65 dies d'immersions la segona (2003, 2004 i 2005). Les tasques de busseig efectuades sumen 124 dies. El total de temps de busseig supera les 900 hores dins la cavitat, sense tenir en compte les tasques de preparació de l'equip ni de transport del material.



## 7.4. Superposició de la cavitat respecte de la superfície

La cova des Coll té com una de les seves peculiaritats passar al llarg de més de 300 m per davall del nucli urbà de Portocolom (Figs. 7.5; 7.6), que travessa gairebé d'est a oest (sector del Poble). La pròpia entrada submarina es troba dins un escar del lloc conegut com es Rivetó. Aquest sector està molt poc ramificat, però presenta algunes sales importants, afectades per processos d'esfondraments que han fet créixer la cavitat verticalment i han disminuït el gruix del sostre. Aquests llocs són especialment perillosos per a la seguretat dels edificis que tenen al damunt, ja que la potència de roca, molt descomposta, és poc important (va dels menys de 2 m a les primeres cases fins als 11 m de màxima a la zona situada al límit del poble). El pou negre d'una casa afecta directament a la cova (sala del Pou Negre) i les obres de construcció de nous blocs de pisos fan perillar la cavitat. El sector del Descobriment, el sector del Patatums i el sector dels Autèntics es localitzen a una zona de construccions residencials, però amb una potència de roca més considerable (entre uns 15 i 25 m). El sector dels Espectres, descobert en gran part al llarg d'aquesta darrera campanya (al NE) i el sector Final (al NW) es troben per davall de zones de garriga.

## 7.5. Espeleogènesi

La litologia carbonatada dels materials escullosos del Miocè superior, molt porosos i solubles, juntament amb el component estructural de la zona i els processos de dissolució per mescla d'aigües amb les seves migracions glacieustàtiques han generat la cova des Coll, amb una penetració lineal, perpendicular a la línia de costa, de quasi 800 m (Fig. 7.5; 7.6). L'espeleogènesi correspon a la típica de les cavitats freàtiques litorals: processos de mescla d'aigües marines i continentals (*coastal mixing zone*), els quals potencien l'actuació dels mecanismes espeleogenètics a causa de l'agressivitat química resultant (BACK *et al.*, 1984). Aquests models van ser adaptats a l'espeleogènesi del Migjorn de Mallorca, per GINÉS i GINÉS (1992). La zona superior de la capa freàtica (zona epifreàtica) i les zones de mescla d'aigües de diferents densitats (picnoclines) serien els espais preferents on es produiria la dissolució de la roca. Les fluctuacions del nivell de la mar al llarg del Quaternari determinen la localització d'aquests àmbits, que migren en funció d'aquestes variacions. Per tant les zones actives de dissolució han tingut al llarg del temps un ampli marge d'acció vertical. Els canvis verticals de les fluctuacions del nivell marí determinen també la diferent distribució horitzontal de les

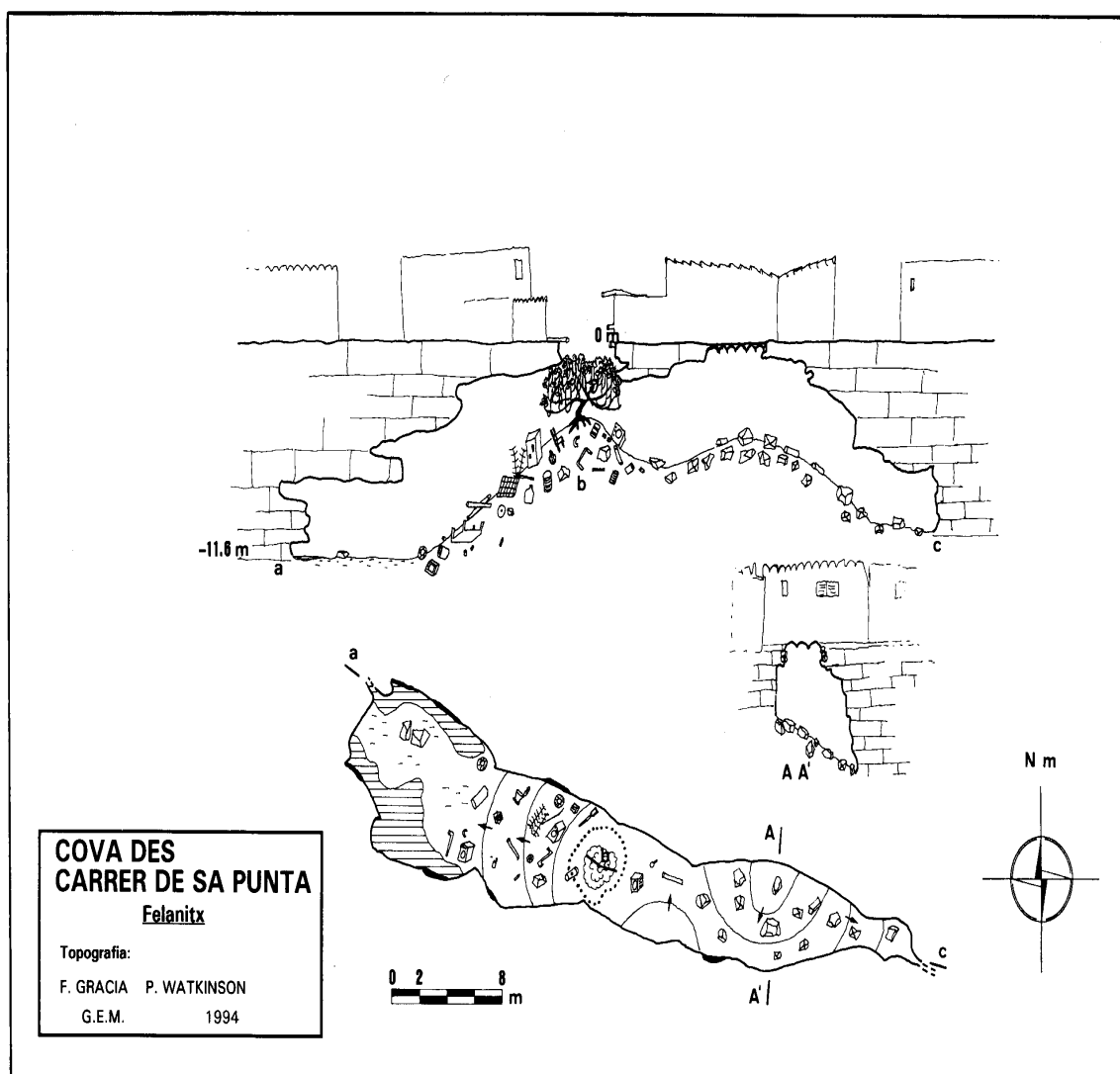


Figura 7.7: La cova des Carrer de Sa Punta es troba sota el nucli urbà de Portocolom i per accedir-hi cal entrar per una portassa i després despenjar-se amb cordes devers 7 m per una finestra que porta a un mompeller, lloc a on s'obre la boca de la cavitat. A la seva entrada hi creix una figuera que sobresurt del caramull de fems de tota casta que oculten el con natural d'enderrocs. Donada la seva proximitat a la cova des Coll, formaria part del mateix sistema de conductes, excavats en regim freàtic. La posterior evolució en regim vadós va produir esfondraments clàstics, donant-li l'aspecte actual i deixant-la incomunicada amb la resta del sistema.

zones actives dins la massa calcària. L'excavació preferent de conductes i galeries possibiliten en ocasions reconèixer horitzons espeleogenètics relacionats amb paleonivells marins plistocènics (MYLROIE i CAREW, 1988; PROCTOR, 1988). S'han determinat horitzons principals d'espeleogènesi a la cavitat, entre 0 i -1 m (galeries Corcades), entre 0 i -2,5 m (sector del Poble), entre 0 i -12 m (la major part de la cavitat), entre -4 i -5,8 m (galeries Laberíntiques al sector dels Espectres) i entre -11 i -15 m (galeria Inferior al sector Final).



La desaparició dels reblits litoquímics fa que les morfologies originàries es vegin molt clarament (Figs. 7.8), exceptuant les zones afectades per intensos processos d'esfondrament. Això és poc freqüent en comparació al que succeeix a la major part de les coves de la comarca del Llevant i Migjorn. L'observació de la topografia evidencia que la cavitat i en especial els sectors més interiors, s'han excavat aprofitant la complicada xarxa de diàclasis existents. Algunes galeries es perllonguen més de 500 m seguint fractures sense interrupció (per exemple el tram comprés entre les galeries de Més Enllà i la sala de la Confusió al sector Final) i secundàriament els plans d'estratificació (especialment visibles a l'oceà de Fang, a la sala de la Panxa i a l'inici de la galeria del Flux) formant en ambdós casos galeries freàtiques estructurals. Galeries properes entre elles han entrat en coalescència a mesura que la corrosió ha actuat sobre les parets que les separaven. Aquestes fusions han produït les galeries de majors volums, tal com es pot observar a la sala de la Panxa (sector del Descobriment), la galeria de les Esponges, la galeria dels Espectres i la sala de la Confusió (sector Final). La cavitat presenta a més altres galeries i sales de clar domini clàstic (veure apartat de sales d'Esfondrament).

## **7.6. Morfologies de corrosió**

Encara que la seva presència a les parets, sostres i trespols de les galeries i sales no determinen generalment per sí mateixes la superfície del nivell freàtic assolit (exceptuant les regates de corrosió), si que, en el cas de presentar-se, proven el fet d'haver estat exposades sota les aigües corrosives i constitueixen les proves més sòlides de la formació de la cavitat. La documentació que es disposa sobre elles a les cavitats del Miocè superior de les Balears és encara escassa (GRÀCIA *et al.*, 1997, 1998a, 1998b, 2000, 2003b; MERINO, 1993, 2000). Alguns dels termes emprats s'han consultat de BRETZ (1942), NÚÑEZ (1967), FORD i WILLIAMS (1989), SLABE (1995) i a GINÉS & GINÉS (2009). A continuació exposam el catàleg de formes que es troben a la cova.

### **7.6.1. MEGAFORMES (d'ordre quilomètric a hectomètric)**

#### **7.6.1.1 Xarxes freàtiques litorals amb fort control estructural.**

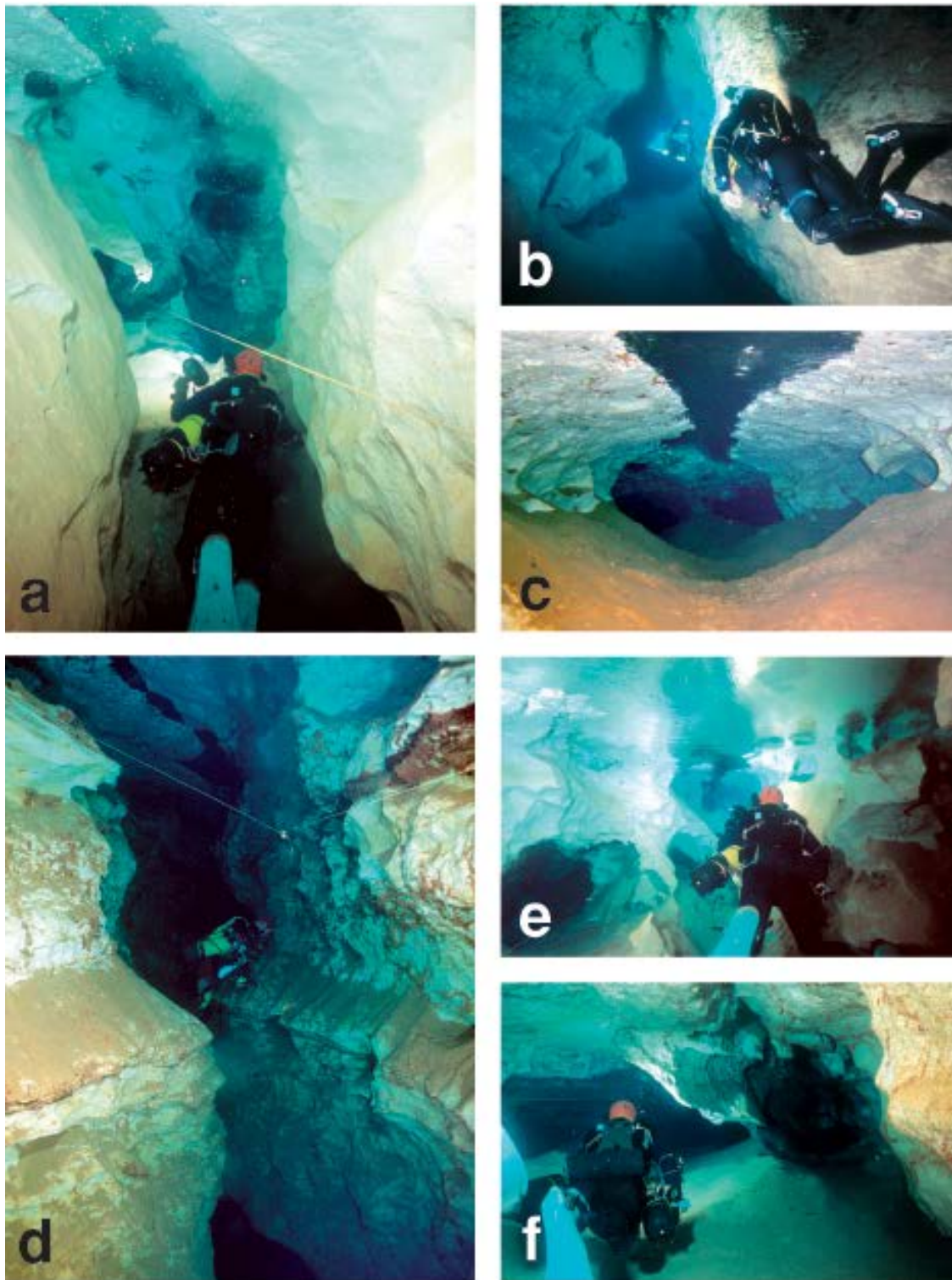


Figura 7.8: Morfologies de corrosió d'ordre hectomètric a mètric (macroformes i mesoformes): a- Galeria freàtica de control estructural; b- Galeria freàtica de secció circular; c- Galeria freàtica de secció circular d' 1,5 m d'amplària; d- Facetes amb pentinades de roca d'una galera freàtica estructural; e- Conductes seminals o iniciadors; f- Envà residual al lloc d'unió de dues galeries freàtiques circulars.

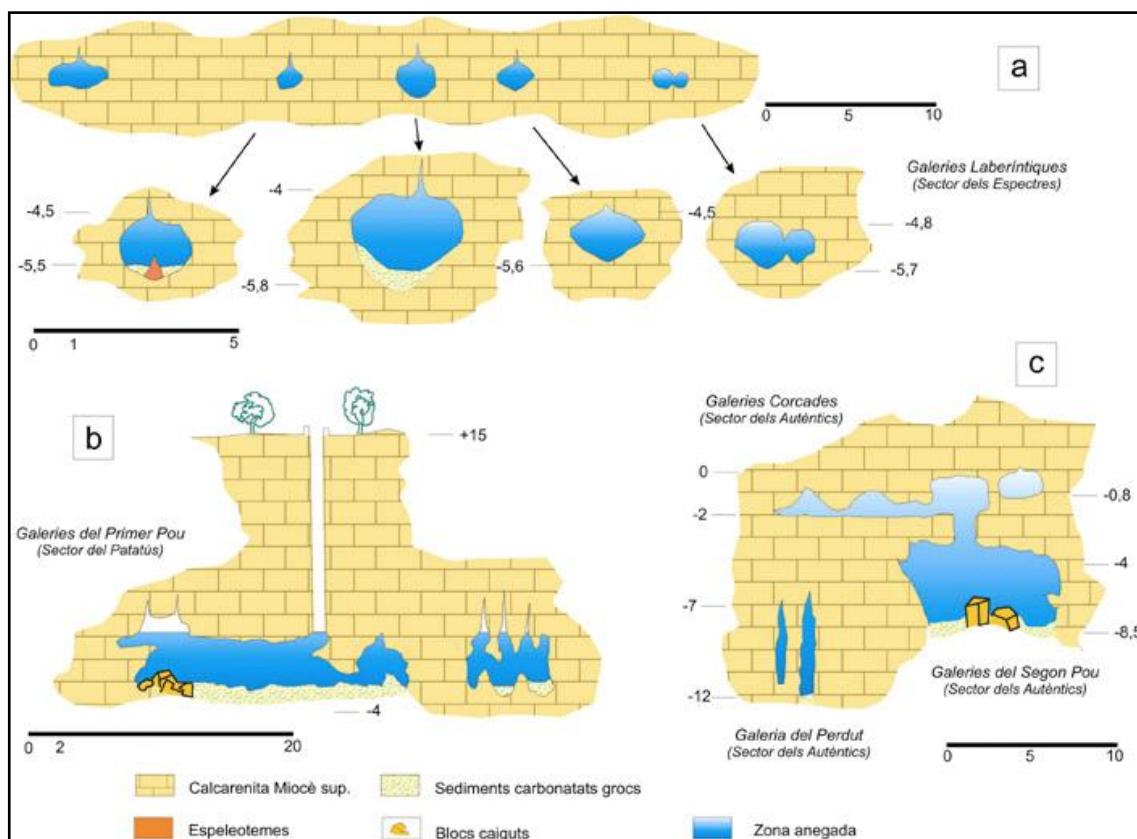


Figura 7.9: Morfologies de corrosió d'ordre decamètric a centimètric (mesoformes i microformes): a- Columna de roca (diàmetre 1,5 m); b- Pont (Foto P. Gracia); c i d- Morfologies espongiformes de la galeria del Flux; e- Pentinades de roca; f i g- arcs.

Els condicionants litològics influeixen de manera decisiva en la configuració morfològica de les coves de la regió del Migjorn. Així, mentre que a les fàcies de front de l'escull del Miocè superior dominen les formes de col·lapse relacionades amb la dissolució extensiva dels edificis coral·lins (GINÉS *et al.*, 2008, 2009b), en les fàcies corresponents a ambients sedimentaris de lagoon la permeabilitat associada a la fracturació adquireix major rellevància, en presentar aquests materials calcarenítics i calcisil·títics una porositat bastant més baixa. D'aquesta manera, algunes localitats com la cova des Coll (GRÀCIA *et al.*, 1997, 2005), constitueixen importants sistemes freàtics litorals on hi són actius els processos geoquímics de mescla entre aigües dolces i marines, però on així mateix és ben patent un fort control estructural (diàclasis i fractures en general) en la disposició planimètrica de la xarxa subterrània. Es tractaria doncs, en aquest cas, d'un subtipus de cova de la zona de mescla litoral, però caracteritzat per un patró planimètric rectilini força diferenciat.

## **7.6.2. MACROFORMES** (d'ordre hectomètric a decamètric)

### **7.6.2.1. Galeries freàtiques de control estructural tectònic i/o estratigràfic (generant seccions verticals, horitzontals o ambdues combinades alhora) (*phreatic networks*)**

A les galeries freàtiques de control estructural estratigràfic, la corrosió aprofita els plans d'estratificació, i genera seccions horitzontals, en ocasions d'amplades importants. En el cas de la cova des Coll formen una part important de les galeries del sector del Poble, sector del Descobriment, sector del Patatums i sector dels Autèntics. Les galeries freàtiques de control estructural tectònic són les galeries a on predomina el control tectònic, a partir de fractures que generen seccions verticals. Les diàclasis serveixen de línia de menor resistència per a la corrosió dins la zona de mescla i donen lloc a les galeries que en secció transversal tenen una tendència normalment vertical. Formen la majoria de galeries del sector del Poble, sector del Descobriment, sector del Patatums i sector dels Autèntics. Els dos grans grups de galeries de control estructural poden combinar-se alhora i generen seccions horitzontals-verticals. És freqüent que una ampla galeria de control estructural estratigràfic fusioni dues, tres o més galeries de control estructural tectònic. Es troben sobretot a l'Oceà de Fang (sector del Descobriment) i a la sala de la Panxa (sector del Patatums) (Figs. 7.8a, d, 7.9b, c, 7.11)

### **7.6.2.2. Galeries freàtiques de secció circular (*tubular passages*)**

Tenen secció circular, semicircular o el·líptica i solen esser de dimensions més reduïdes que les galeries freàtiques de control estructural (Figs. 7.8b, c, 7.9a, c). S'han format sense que intervingui de forma tan activa el control estructural. Secundàriament també es poden trobar diàclasis, emperò la secció de la galeria segueix amb la forma circular, semicircular o el·líptica. En els casos de l'existència de galeries paral·leles molt properes solen presentar també morfologies de coalescència. Localitzades a les galeries Laberíntiques del sector dels Espectres i a les galeries Corcades del sector del Patatums i en gran part de galeries del sector dels Autèntics. Les mides en secció agafades al sector dels Espectres donen uns valors generals d'alçària entre 0,9 i 1,8 m; el quocient entre amplària i alçària de les seccions és de 1,4 i 1,8 (s'han suprimit els valors de galeries fusionades).



### 27.6.2.3. Sales freàtiques circulars (*globular halls*)

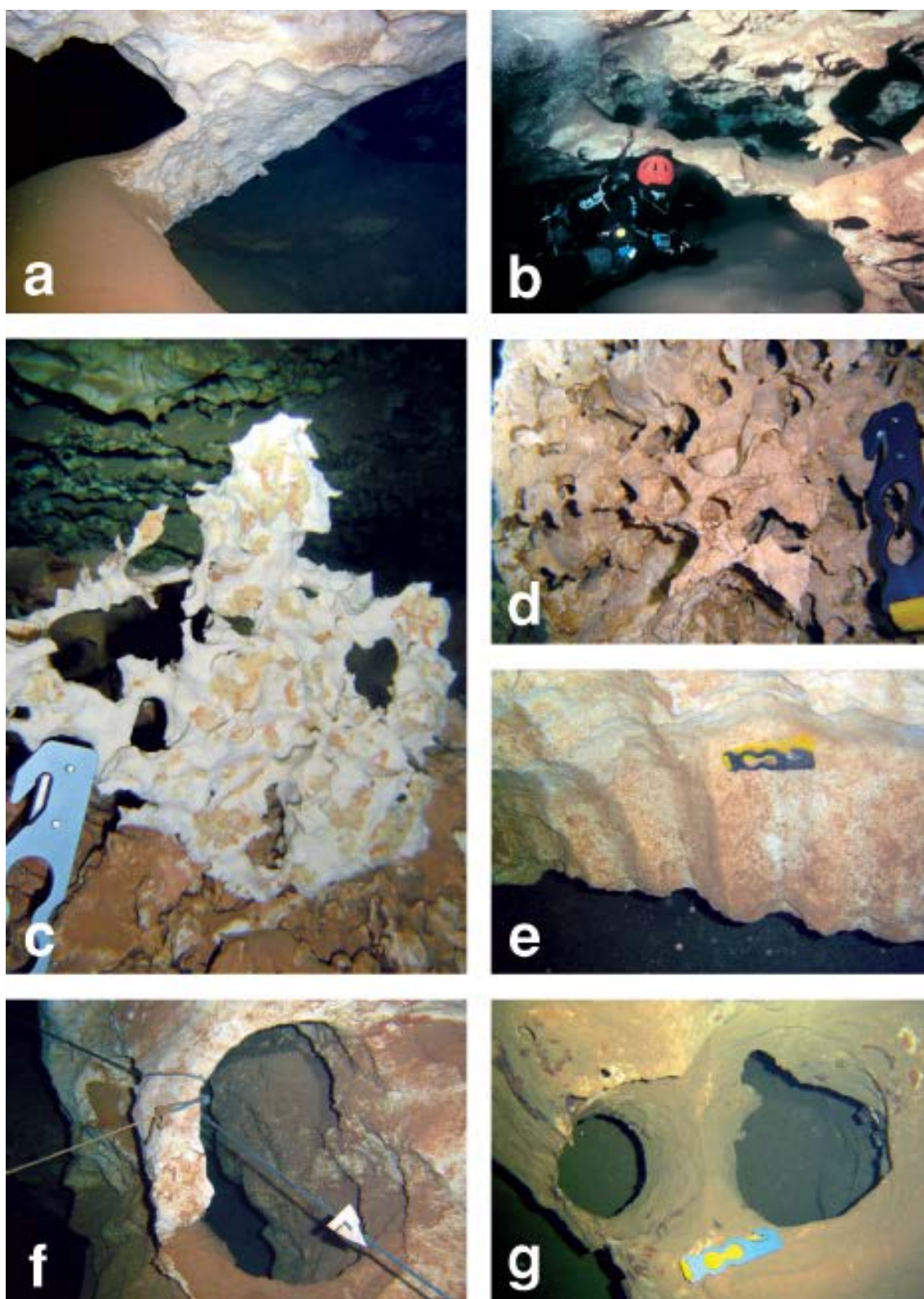


Figura 7.10: Morfologies de corrosió d'ordre decamètric a centimètric (mesoformes i microformes): a- Columna de roca (diàmetre 1,5 m); b- Pont (Foto P. Gracia); c i d- Morfologies espongiformes de la galeria del Flux; e- Canals subverticals de dissolució; f i g- arcs

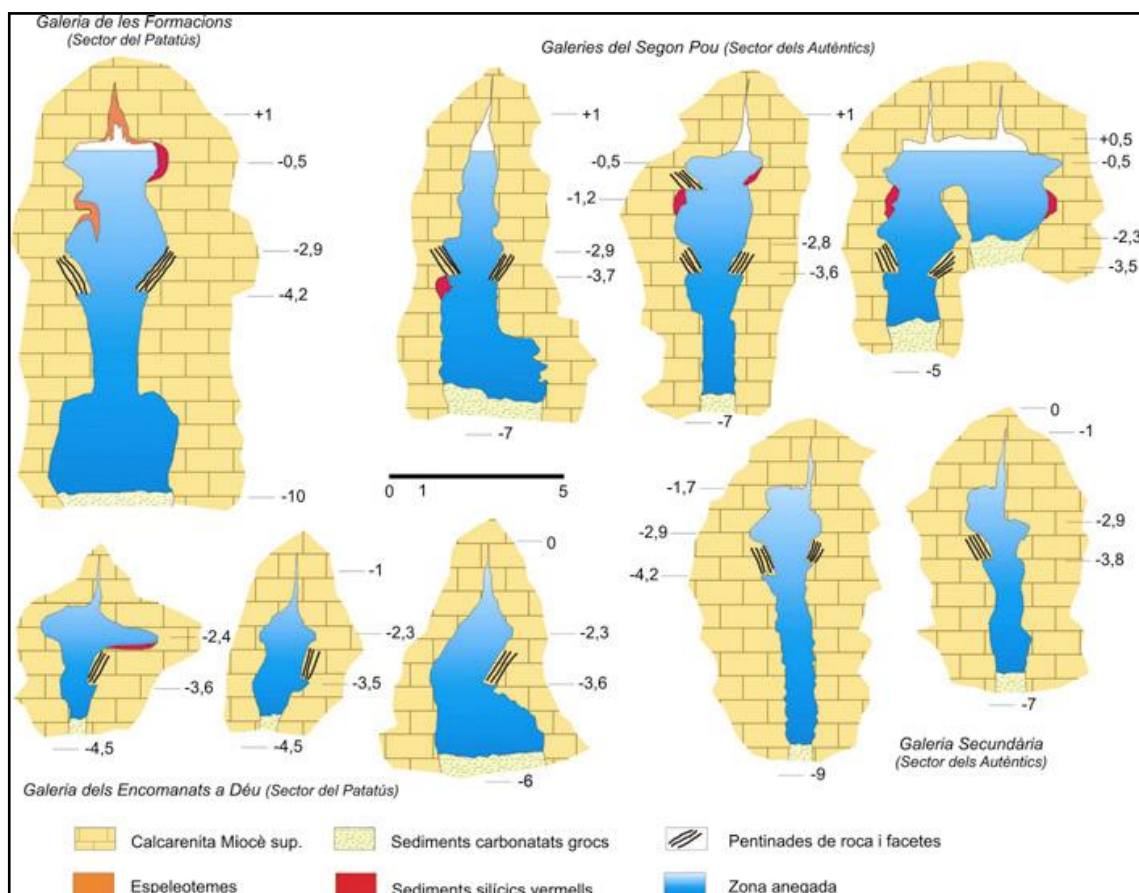


Figura 7.11: Seccions de galeries estructurals tectòniques, amb presència de regates de corrosió, facetes i canals subverticals de dissolució associats.

Venen a ésser unitats de dissolució semi-independents de forma circular, algunes de les sales estan connectades amb la resta de la cavitat mitjançant estretes galeries freàtiques de secció circular (corredors). El diàmetre arriba a assolir els 25 m (sala del Cap Buit al sector Final), les descrites en aquesta cova són de sostre baix (Fig. 7.13).

### 7.6.3. MESOFORMES (d'ordre decamètric a mètric)

#### 7.6.3.1. Cambres freàtiques circulars (*phreatic chambers, globular chambers*)

Són com les sales freàtiques circulars, però de dimensions menors. Es presenten associades i fusionades a altres morfologies de corrosió. A la cova des Coll es troben especialment als laterals de galeries i sales del sector dels Autèntics i del sector Final (Fig. 7.13).



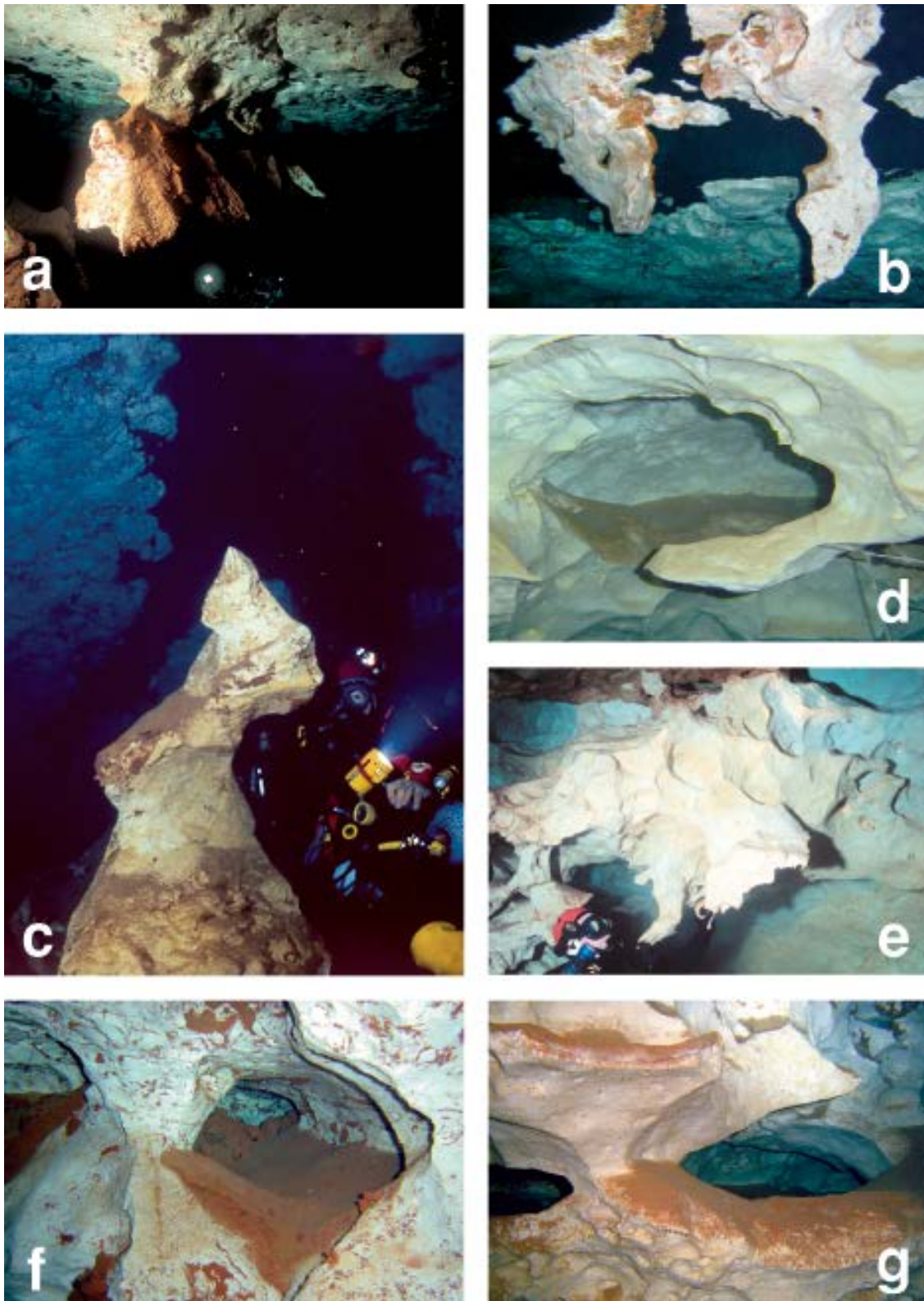


Figura 7.12: Morfologies de corrosió d'ordre mètric a centimètric (microformes): a i b- Penjants; c- Pinnacle; d- Esperó; e- Concavitats poc marcades; f- Nínxol de paret (amplària 60 cm); g- Tupins de paret (amplària 40 cm).

### **7.6.3.2. Conductes seminals o iniciadors**

Constitueixen el primer inici de formació de buits organitzats. Venen a ésser tubs freàtics no penetrables per l'home a causa de les reduïdes dimensions si més no, de diàmetre, ja que longitudinalment poden assolir longituds considerables. La continuació dels processos de dissolució i coalescència de conductes pot arribar a transformar-los en galeries freàtiques (Fig. 7.8e).

### **7.6.3.3. Envans de dissolució (*rock spans*)**

Parets primes separadores de dues galeries, cambres o àmbits. Són masses rocoses remanents que s'han quedat sense dissoldre's totalment i que estan situades al llarg de les galeries i sales subdividint-les (Figs. 7.8f i 7.9b). Solen presentar-se associats a moltes altres morfologies com ara ponts i arcs que permeten veure o passar d'una galeria a l'altra; així com columnes estructurals, penjants, pinacles i esperons. Es formen normalment entre galeries paral·leles i la seva dissolució permet que creixi en volum la cavitat. La seva presència és molt abundant al sector del Patatums, sector dels Espectres i sector dels Autèntics (Fig. 7.13).

### **7.6.3.4. Columnes de roca (*rock pillars*)**

Semblen pilars litoquímics, però es tracta de morfologies de la roca mare que uneixen la volta amb el trespòl. Poden procedir d'envans en avançada fase de destrucció. El desbastament progressiu de la columna per dissolució evoluciona cap a un pendent al sostre i a un pinacle al terra (Fig. 7.10a).

### **7.6.3.5. Ponts (*bridges*)**

Estan constituïdes per masses rocoses remanents separadores de dues galeries, cambres o àmbits superposades verticalment (a nivells diferents). La seva dissolució permet que creixi en volum la cavitat. Les dimensions són decamètriques i mètriques (Fig. 7.10b).

### **7.6.3.6. Regates de corrosió (*corrosion notches*)**

Són solcs anivellats a les parets de roca, que s'han format per la corrosió a nivell de superfície de l'aigua, o per les haloclines de la zona de mescla (Figs. 7.8d i 7.11). Aquestes morfologies impliquen en el primer cas que a la superfície dels llacs hipogeus



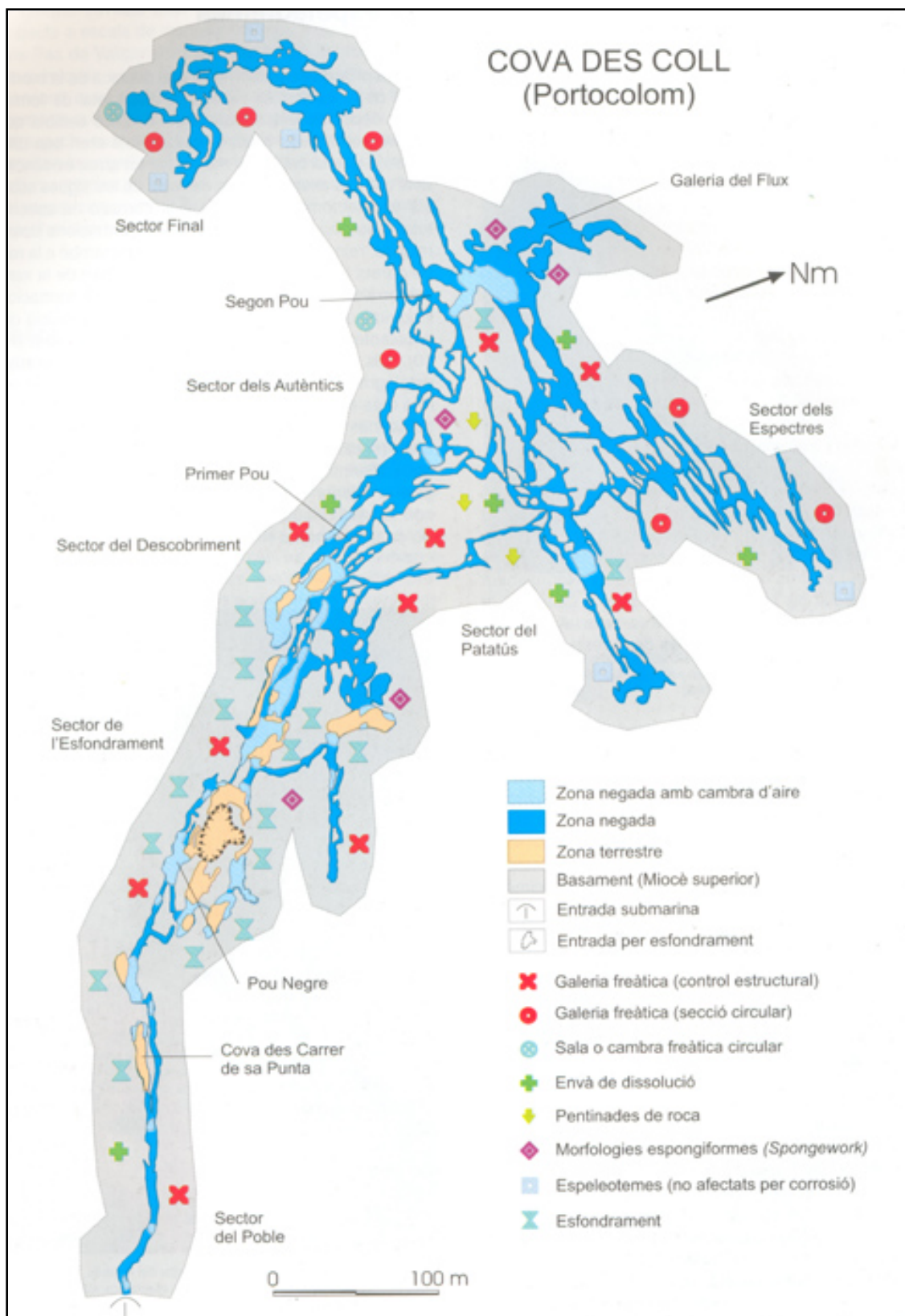


Figura 7.13: Distribució de les principals morfologies de corrosió, zones amb presència d'espeleotemes ben conservats i sales d'esfondrament.

predominaria la dissolució. La presència de regates de corrosió en cavitats litorals de Mallorca està poc documentada.

A la cova Genovesa se n'han observat als -7,8 m i als -10,5 m associades a facetes i pentinades de roca (GRACIA *et al.*, 2003b). També estan citades de la cova des Moro a +23,5 i +23,9 m (TRIAS, 2000). Se n'han trobat a la cova des Coll aproximadament a uns -3 m respecte del nivell actual de la mar, altres cotes de regates menys importants s'han localitzat a -0'5 m (galeria de les Formacions i galeria del Segon Pou) i a - 2'2 m (galeria dels Encomanats a Déu), ambdues pertanyen al sector del Patatums. Estan associades amb les morfologies anomenades canals subverticals de dissolució (GRÀCIA *et al.*, 1997).

#### **7.6.3.7. Facetes (*solution facets*)**

Molt sovint associades a les regates de corrosió de les quals parteixen i constitueixen el seu límit superior. Segueixen longitudinalment les galeries freàtiques estructurals i es disposen a ambdós costats formant parets fortament inclinades (*facets*) que poden presentar canals successius, d'arestes poc marcades sobreimposades que anomenam pentinades de roca (Figs. 7.8d, 7.11 i 7.13). La separació de les parets de les galeries on es troben sol estar entre 0'5 i 1'5 m. Segurament es formen per petits fluxos provocats per cèl·lules de convecció, conseqüència de diferències locals de densitat que es donen en el medi líquid en llocs de flux subterrani lent. La part inferior, en secció, de les galeries freàtiques de secció circular (*tubular passages*) formen una morfologia d'aquest tipus.

#### **7.6.4. MICROFORMES (d'ordre mètric a centimètric)**

##### **7.6.4.1. Morfologies espongiformes (*spongeworks*)**

Conjunt imbricat de canals, tubs, solcs, forats i irregularitats presents a la volta, parets o pis d'una cavitat de dimensions molt variables i que de vegades formen una vertadera randa de pedra (Figs. 7.10cd i 7.13). Aquestes microcavitats interconnectades de diferents mides i formes es produeixen per la diferent dissolució de la roca en aigües estancades (BRETZ, 1942). A la cova des Coll es troben a la galeria del Flux, entre -9 i -11 m, segurament amb una gènesi associada a l'intens flux d'aigua de salinitat inferior que circula per la zona (Fig. 9). A la galeria del Flux és molt marcat el contrast entre zones del terra i el sostre amb *spongework* i d'altres sense morfologies de corrosió destacables. L'anàlisi química de les mostres recollides ha permès veure que la calcita

és el component principal i que la litologia no sembla condicionar les formes resultants i sí les característiques químiques de l'aigua.

#### 7.6.4.2. Canals subverticals de dissolució (*rock combs*)

Anomenades també “pentinades de roca”. Són morfologies associades i sobreimposades, encara que no sempre presents, a les facetes. Les crestes no superen els 20 cm d'alçada (Figs. 7.10e i 7.14). A la cova Genovesa se n'han observat a diferents sales i galeries, desenvolupades entre -7,8 i -8,7 m (alçada pentinades 0,9 m) i entre -10,5 i -11,1 m (alçada pentinades 0,6 m). A la cova des Coll es troben localitzades a la galeria de les Formacions, galeria del Segon Pou i molt poc evidents a la galeria dels

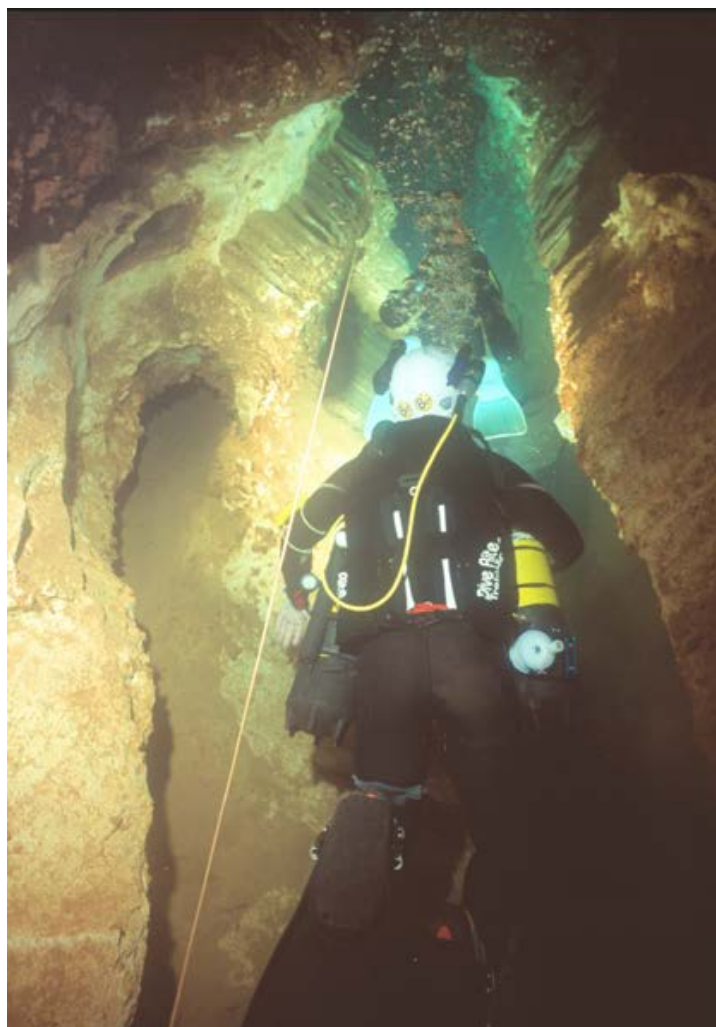


Figura 7.14: Canals subverticals de dissolució (*rock combs*). Són morfologies associades i sobreposades, encara que no sempre presents, a les facetes.

Encomanats a Déu (sector del Patatums). A la cova estan en una cota de fondària que va dels -3 a -4'3 m (les regates de corrosió es troben entre -2'5 i -3 m). En pocs casos es troben en dos nivells superposats (entre -0'7 i -1'2 m).

#### 7.6.4.3. Arcs (*archs*)

Es formen pel desmantellament progressiu dels envans, conductes iniciadors i altres morfologies. Els arcs es diferencien dels ponts perquè són de dimensions mètriques i decimètriques. També solen estar relacionats genèticament amb les columnes estructurals (Figs. 7.10f,g).

#### **7.6.4.4. Anells (*rings*)**

En ocasions provenen dels forats cilíndrics de les morfologies espongiformes que evolucionen a anells de dissolució. Les seves mides són centimètriques.

#### **7.6.4.5. Penjants o espectres zenitals (*rock pendants*)**

Formes d'erosió protuberant, elaborada a la roca *in situ*, que penja a la volta d'una galeria o d'una sala com a resultat de la corrosió, les quals tenen dimensions centimètriques a mètriques (Figs. 7.12a,b,e). En general són formes més evolucionades de corrosió dels envans o de les columnes estructurals. A la galeria del Flux es localitzen a una zona lateral pendants formats per flux d'aigua de menor salinitat que circula pel sostre de la galeria en direcció a la sala Benvinguda.

#### **7.6.4.6. Pinacles (*çers*)**

Són protuberàncies irregulars que es caracteritzen per sobresortir del terra. Venen a esser l'equivalent invers als penjants. Poden provenir també dels envans i de les columnes estructurals (Fig. 7.12c).

#### **7.6.4.7. Esperons (*rocky jag*)**

Protuberàncies laterals generades normalment per evolució corrosiva dels ponts, arcs i envans (Fig. 7.12d).

#### **7.6.4.8. Concavitats poc marcades**

Depressions semiesfèriques circulars o el·líptiques centimètriques que no penetren gaire dins la roca, la seva longitud o amplària supera sempre la fondària de la concavitat. Es presenten referint grans superfícies de les parets i sostres de les galeries i sales. Normalment s'han associat als tupins (*pockets*), però a causa de la gran diferència que presenten i a la seva abundància mereixen estar ben diferenciades de la resta (Fig. 7.12e).

#### **7.6.4.9. Nínxols de paret (*wall niches*)**

Concavitats amb el pis pla, d'ordre mètric a centimètric situades a les parets de les galeries o sales (Fig. 7.12f). En ocasions es poden confondre amb els tupins.



#### 7.6.4.10. Cúpules de corrosió (*bellholes*)

A molts llocs formen un sostre ondulat. Consisteixen en depressions semiesfèriques, de mida decimètrica a mètrica, excavades al sostre d'una galeria en règim freàtic. Algunes són circulars o allargades i poden penetrar en forma de tubs cilíndrics dins la roca. Les diàclasis poden condicionar la gènesi d'associacions de cúpules de secció d'arc gòtic. En la seva gènesi se suposa que tenen un paper important les aportacions d'aigua zenital que en contacte amb l'aigua freàtica condicionaria una zona corrosiva.

#### 7.6.4.11. Tupins de paret, sostre i pis (*wall pockets, ceiling pockets, floor pockets*)

Conjunt de formes d'erosió càrstica que formen depressions semiesfèriques circulars o el·líptiques centimètriques, i que en ocasions penetren en forma de cilindres (Fig. 7.12g). Poden experimentar coalescències o dependències (*composed pockets*) i superposicions (*pocket levels*) a les parets, sostre i pis (*wall pockets, ceiling pockets i floor pockets*). Al trespol normalment estan recobertes de sediments o de colades pavimentàries que oculten les morfologies.

### 7.7. Els espeleotemes

La principal característica que destaca de la morfologia de la cavitat és l'absència quasi total de formacions deposicionals secundàries. Emperò sembla que en un moment del passat aquests fets eren ben diferents, ja que la cavitat presenta per tot arreu evidències dels efectes causats per la corrosió de les aigües sobre els espeleotemes. L'efecte

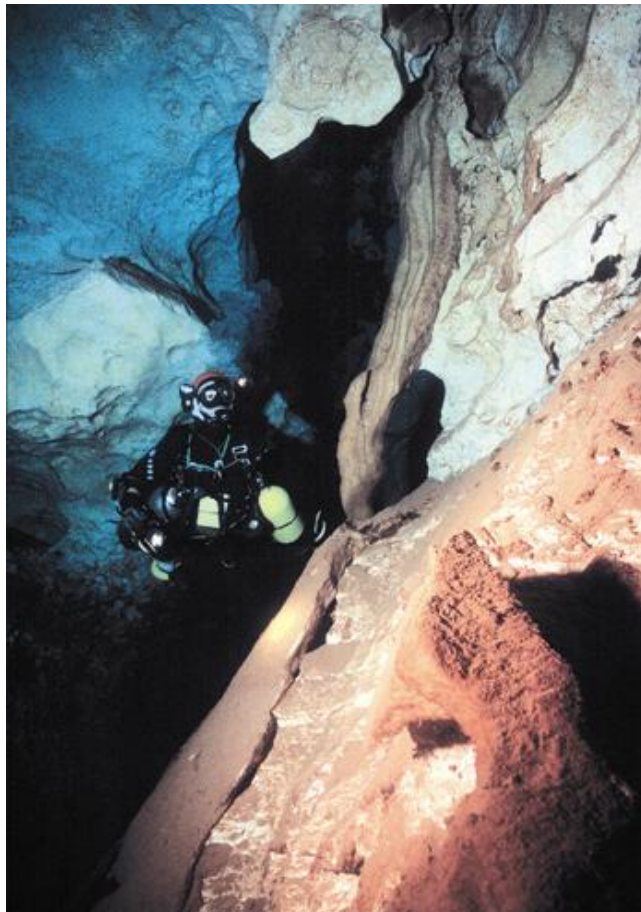


Figura 7.15: Restes de colada parietal al sector del Patatús. La cavitat presenta abundants evidències dels efectes causats per la corrosió de les aigües sobre els espeleotemes.

de la corrosió ha esborrat total o parcialment els revestiments i formacions litoquímiques, rejuvenint les galeries i afectant també a la roca de parets i sostres (Fig. 7.13, 7.15). A la major part de la xarxa subterrània no queden gairebé restes de formacions litoquímiques, en tot cas deixalles de la dissolució dels espeleotemes molt localitzats i en molt mal estat. Els espeleotemes ben conservats (estalactites, estalagmites, columnes i colades) es troben en els sectors més interiors de la xarxa subterrània i també a les cotes més profundes: localment a les galeries de Més Enllà (sector del Patatums), en alguna zona de les galeries Laberíntiques (sector dels Espectres) i en la galeria Inferior (sector Final). Per la qual cosa creiem que la seva destrucció ha seguit un gradient de transició de la mar cap a l'interior i de dalt a baix. És intrigant el perquè cavitats amb la mateixa gènesi, litologia i aspecte a escala de megaformes (per exemple la cova des Pas de Vallgornera) es troben amb les formacions litoquímiques en un estat de conservació tan diferent. Pensam que al llarg del Quaternari haurà tingut moments que els revestiments litoquímics devien donar un aspecte molt similar a ambdues cavitats i que un canvi en les condicions físico-químiques a la cova des Coll van modificar i reactivar els processos de corrosió. Tal vegada pugui tenir relació la connexió directa amb la mar i l'existència dels corrents actuals?

## 7.8. Sales d'esfondrament

(*collapse chambers*)

Els processos d'esfondrament (*breakdown processes*) són un dels trets més característic de moltes cavitats mallorquines, que formen voluminoses sales i a on predominen grans acumulacions de blocs caiguts de les voltes i parets. La caiguda de masses de roca del sostre per inestabilitat i falta de sustentació dona lloc a voltes i sales de seccions representatives que tendeixen a adoptar les formes arrodonides que millor equilibri proporcionen. Els blocs caiguts s'acumulen en el centre de les cambres per formar caramulls cònics d'esfondraments o per produir rosts de blocs si els esfondraments són asimètrics. Són el que s'han denominat sales d'Esfondrament *collapse chambers* (GINÉS, 2000a) i que caracteritzen algunes de les categories espeleogenètiques definides per GINÉS (1995), com són tant les coves de la zona de mescla costanera com les coves clàstiques en general. Aquests mecanismes es designen habitualment en la bibliografia espeleològica hispana sota l'expressió, no gaire afortunada, de processos clàstics (MONTORIOL-POUS, 1951) corresponent així

mateix al terme *incasion* proposat per BÖGLI (1980). Se considera una part important de l'evolució espeleogenètica, que contribueix en gran part en la degradació total dels sistemes càrstics. Molts d'aquests aspectes generals la literatura disponible, emperò les dades quantitatives i morfomètriques són escasses (DAVIES, 1949 i 1951; MONTORIOL-POUS, 1951; RENAUULT, 1967; WHITE i WHITE, 1969; BÖGLI *et al.*, 80; JENNINGS, 1985; WHITE, 1988 i WILLIAMS, 1989; WHITE i WHITE, 2000).

A les calcarenites post-orogèniques costaneres, el nivell de la mar sembla esser el principal factor que controla els processos d'evolució d'aquests processos càrstics GINÉS (1991); GINÉS i GINÉS (1992); GINÉS



Figura 7.16: Cambra d'aire a la sala Benvinguda produïda per esfondraments que condiciona la presència de grans acumulacions de blocs

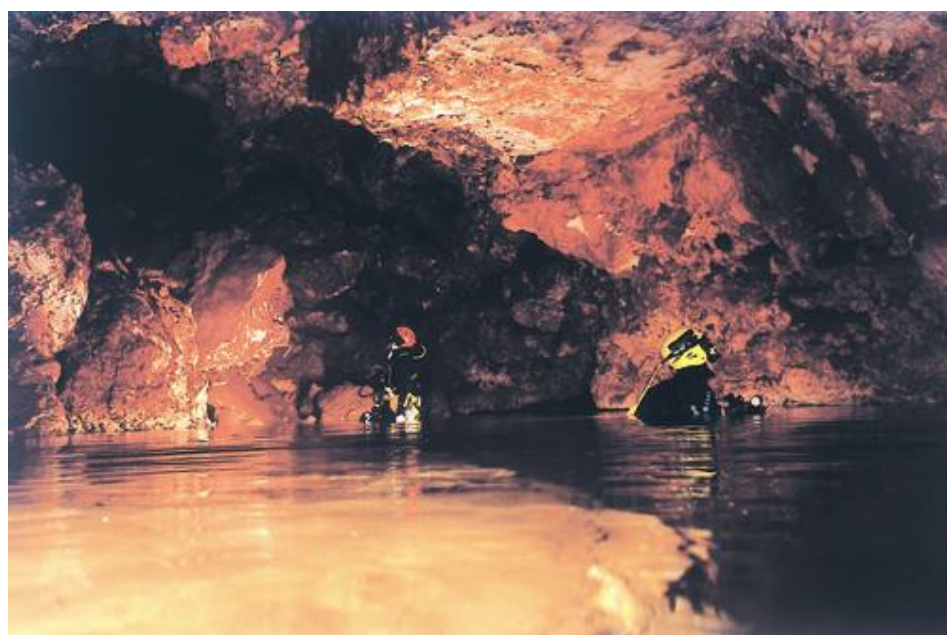


Figura 7.17: Sala del Descobriment. El creixement ascendent en molts casos forma cambres d'aire en quedar la cota dels sostres per damunt del nivell freàtic.



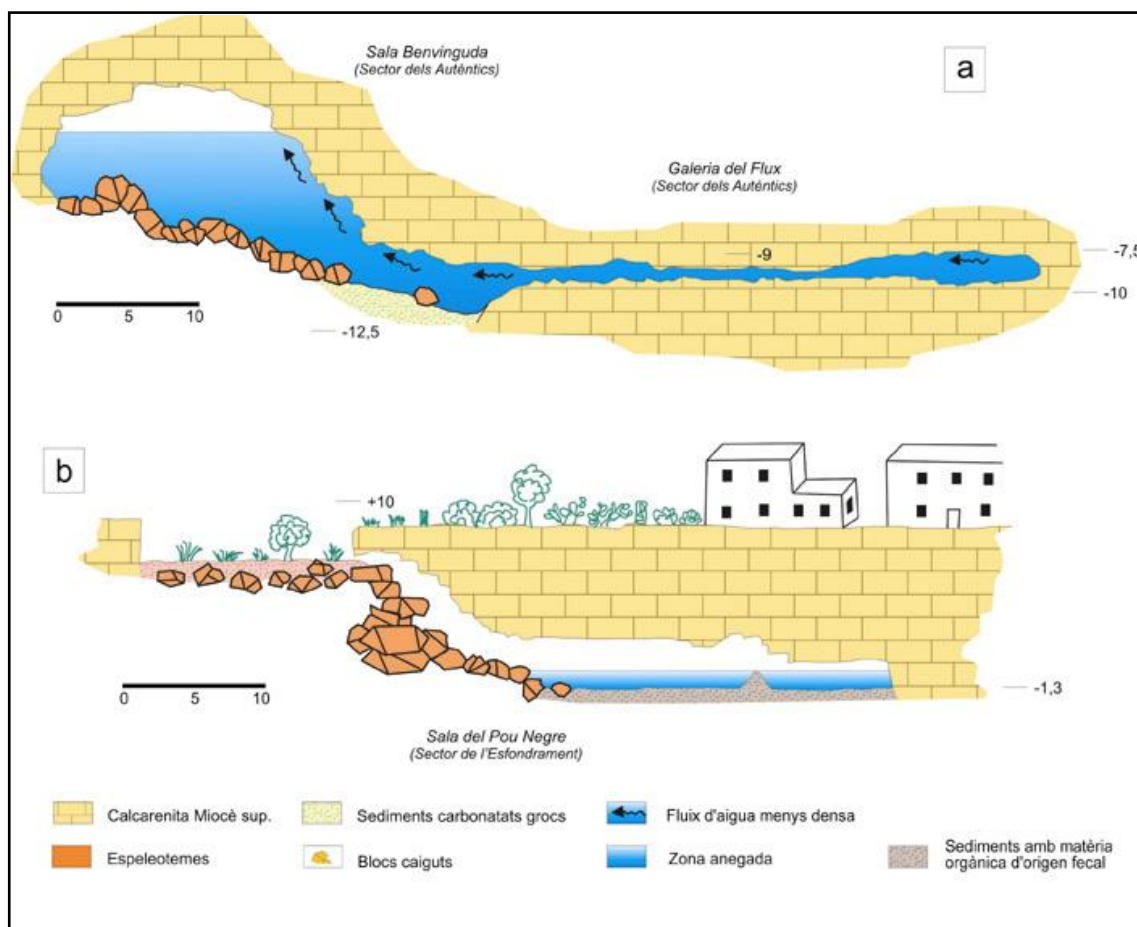


Figura 7.18: Seccions de dues sales d'Esfondrament: a- Sala Benvinguda, la de majors dimensions de la cavitat en connexió amb la galeria del Flux (està representat el corrent d'aigua ascendent, de menor densitat, que aflora a la sala); b- Sala del Pou Negre i dolina d'Esfondrament a on s'evidencia el procés que ha obert la cavitat a l'exterior.

(2000b) accentuen el paper desenvolupat per la zona de mescla d'aigües dolces i marina a la zona freàtica de la línia de costa, especialment respecte a la dissolució de les parets i dels esfondraments provocats. Com a norma general, dos fets importants relacionats amb els esfondraments s'han de tenir en compte. En primer lloc, es pot assumir que teòricament el volum del con d'esfondrament és molt més gran que el volum de l'espai buit produït, perquè la quantitat considerable de blocs, pedres i altres runes de l'esbaldregall deixen molts d'espais buits entre ells. A causa d'aquest increment del volum de roca associat als esfondraments, l'ampliació de les caveres només és eficaç si actuen conjuntament altres agents espeleogenètics que impliquin la retirada de la roca.



En segon lloc, la falta d'equilibri gravitatori de les voltes de les sales produeix que el creixement progressi sempre cap a dalt. En aquests casos les zones d'espeleogènesi inicials es troben sempre a cotes més baixes respecte del nivell actual del trespol de la cavitat. La fusió de diverses unitats d'esfondraments es poden reconèixer després de l'estudi detallat de les topografies de les cavitats.

A la cova des Coll les àrees que estan més afectades pels processos d'esfondrament són (Fig. 7.13) part del sector del Poble (cova des Carrer de sa Punta, sala del Saurí Santana), la major part del sector de l'Esfondrament (sala del Pou Negre, Figs. 18b, galeria de l'Amagat, dolina d'Esfondrament, sala de l'Anglès, sala Esperada i sala dels Porcs, Fig. 7.3), gran part del sector del Descobriment (sala del Descobriment, Fig. 7.17; sala de la Trencadissa i la sala Girada), algunes zones del sector del Patatums (part final de la sala de la Panxa i la sala Tancada), poques àrees, però importants, del sector dels Autèntics (sala Benvinguda, Figs. 7.16 i 7.18a; i part de la galeria del Flux).

## 7.9. Els sediments

La major part de les galeries i sales de la cova presenten una acumulació més o menys potent de sediments en la seva major part de textura fina, de llims argilosos a arenes llimoses molt fines, a la vegada que presenten una característica diferencial en funció de la localització dins la cova i en relació a la columna sedimentària de cada punt.

A part d'aquestes acumulacions que podem considerar subactuals, a molts indrets de la cavitat s'observen acumulacions argiloses adossades a les parets, amb

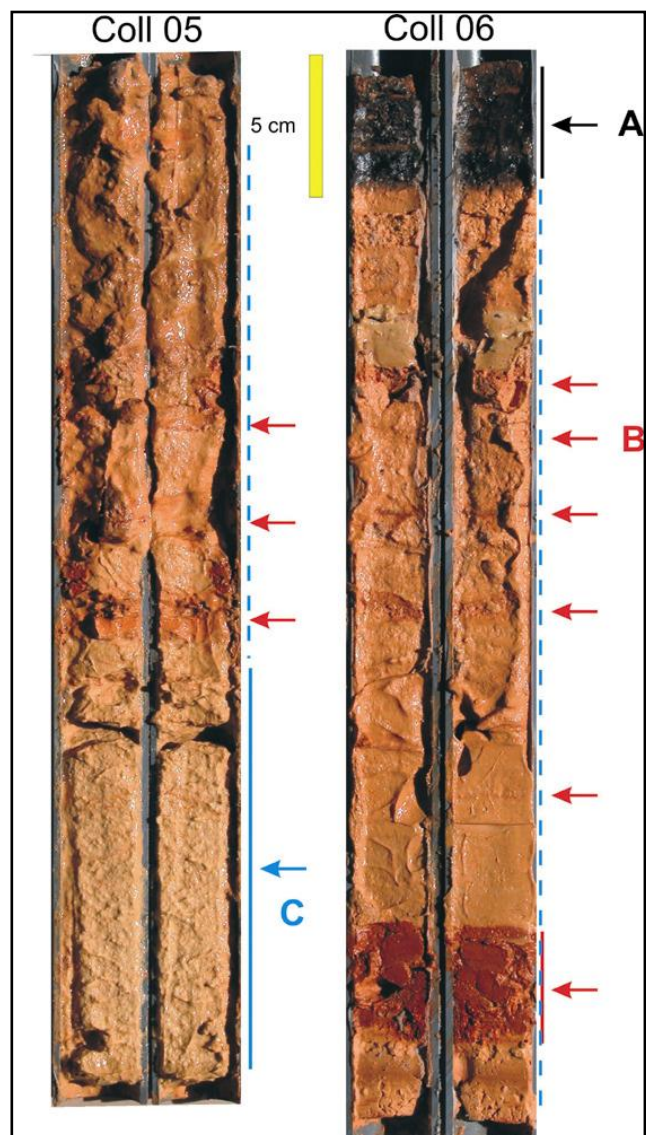


Figura 7.19: Secció dels sondatges Coll\_05 i Coll\_06, amb indicació de la presència de matèria orgànica (A, color negre), fracció carbonatada amb Inter-calcificacions de materials llimosos vermells (B, color vermell) i predominança de les arenes carbonatades (C, color blau).

senyals d'erosió, que representarien etapes anteriors de rebliment (potser colmatació) en condicions ambientals diferents de les actuals (Fig. 7.28).

### 7.9.1. METODOLOGIA

En el rebliment sedimentari de la cavitat submergida s'han realitzat, emprant tècniques d'espeleobusseig, 7 microsondatges (Fig. 7.20) mitjançant la penetració manual de tubs de PVC per tal d'obtenir la columna sedimentària de la base dels conductes i veure l'evolució temporal de la sedimentació. A la vegada de forma manual es va obtenir una mostra de sediment adossada a la paret de la cavitat. En el mostreig dels microsondatges s'han recollit 24 mostres que sumades a l'anterior



Figura 7.20: Sondatges del registre sedimentari efectuat a la cova des Coll.

representen un total de 25 mostres de sediment, que pertanyen a 8 localitzacions repartides per tota la cavitat (Fig.7.22).

Les mostres obtingudes han servit per a descriure i caracteritzar les diverses fàcies sedimentàries presents. En general són visibles a simple vista diferències molt marcades de color entre els primers centímetres dels dipòsits i els situats per davall d'ells. S'han estudiat per a cada localització la columna vertical de sediments fins a trobar la roca mare del terra, blocs caiguts o bé colades estalagmítiques que impedeixen perforar més avall. Per a cada localització s'han determinat i analitzat fins a 4 subnivells diferents segons la variabilitat observada.

Per a cada mostra es van determinar el seu color, en humit i sec, es va fer l'estudi granulomètric amb l'anàlisi de la mida de gra mitjançant tècnica làser (Coulter LS), i els paràmetres texturals corresponents. Les anàlisis mineralògiques dels sediments van esser fetes amb un aparell de difractometria de R.X Siemens D-5500 seguint la metodologia exposada per AOKI *et al.* (1974) i HARDY i TUCKER (1988).

Finalment es va obtenir el percentatge de matèria orgànica present en cada mostra per calcinació a 550°C durant 2 hores.

## 7.9.2. RESULTATS

### 7.9.2.1. Color

La coloració del sediment mostra dues clares tonalitats: groguenques i vermelloses (Fig. 7.21).

Els dipòsits presenten a moltes localitzacions una estratigrafia marcada per la diferència entre la capa superior i els sediments inferiors sense que hi hagi una zona de transició gradual. Aquest contrast és molt marcat a causa de la diferència de color entre els dipòsits. Els materials predominantment carbonatats superiors són de colors grocs vermellosos (color en humit i sec és groc vermellós-5YR6/8-);

vermells groguencs (color en humit 5YR5/6 vermell groguenc a color en sec 5YR7/6 groc vermellosos) a bru grisenc, groc, vermell groguenc, groc vermell o bru molt dèbil (respectivament) que en sec adquireixen colors rosats i grocs vermellosos. Els de major presència silícica, localitzats principalment a la base, o com a intercal·lacions molt fines (Fig. 7.19), són de colors vermells a vermells amb altres tonalitats, especialment bruns al sector del Poble.

Mostra	Profunditat (cm)	Color (en humit)	(en sec)
Coll 01			
1	0-4	10YR3/6 marró fosc groguenc	7,5YR6/2 gris rosat
2	6-10	10YR3/1 gris molt fosc	7,5YR6/2 gris rosat
		10YR4/4 marró fosc groguenc	
3	12-14	10YR3/1 gris molt fosc	7,5YR6/1 gris
Coll 02			
4	0-4	10YR3/4 marró fosc groguenc	7,5YR6/1 gris
5	4-8	10YR3/2 marró grisós molt fosc	7,5YR6/2 gris rosat
6	8-13	10YR3/4 marró fosc groguenc	7,5YR6/3 marró clar
	13-16	10YR3/1 gris molt fosc	
7	16-19	10YR3/6 marró fosc groguenc	7,5YR6/2 gris rosat
Coll 03			
8	0-2	10YR3/2 marró grisós molt fosc	7,5YR6/1 gris
9	2-3	7,5YR4/6 marró fort	7,5YR6/1 gris
	3-6	10YR2/1 negre	
10	6-15	10YR3/1 gris molt fosc	7,5YR7/1 gris clar
11	15-25	10YR3/2 marró grisós molt fosc	7,5YR6/1 gris
Coll 04			
12	0-5	2,5YR4/8 vermell fosc	5YR6/6 groc vermellós
13	5-9	2,5YR5/6 vermell	2,5YR6/6 vermell
14	9-12	2,5YR5/8 vermell	2,5YR5/8 vermell
Coll 05			
	0-2	10YR5/2 marró grisós	
15	2-5	10YR7/6 groc	7,5YR7/3 rosa
16	5-13	5YR5/8 vermell groguenc	7,5YR7/6 groc vermellós
17	13-22	5YR6/6 groc vermellós	5YR7/6 groc vermellós
18	22-32	10YR8/3 marró molt pàlid	7,5YR8/4 rosa
Coll 06			
19	0-8	5YR5/6 vermell groguenc	5YR7/6 groc vermellós
20	8-20	5YR5/1 vermell groguenc	2,5YR7/6 vermell clar
	20-23	5YR5/6 vermell groguenc	
21	23-37	5YR6/6 groc vermellós	5YR 6/8 groc vermellós
22	37-41	2,5YR5/8 vermell	2,5YR6/8 vermell
Coll 07			
23	0	10R3/6 vermell fosc	2,5YR5/8 vermell
Coll 08			
24	0-8	5YR6/8 groc vermellós	5YR6/8 groc vermellós
25	8-12	10R3/6 vermell fosc	2,5YR5/8 vermell

Figura 7.21: Color, en sec i humit, dels sediments, amb indicació de la profunditat i interval de la mostra analitzada.



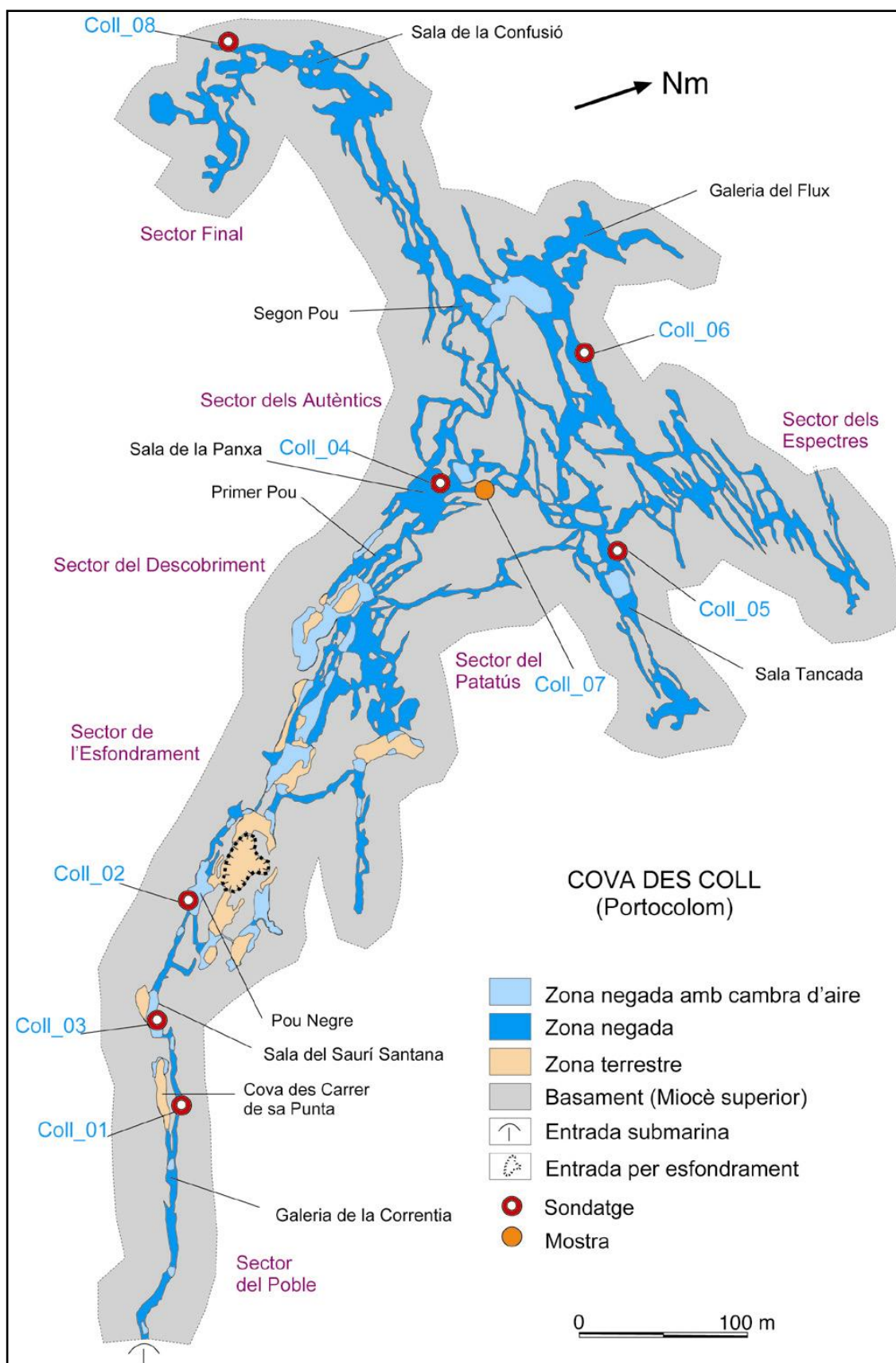


Figura 7.22: Localització dels sondatges i mostra de sediment recol·lectats a la cova des Coll.



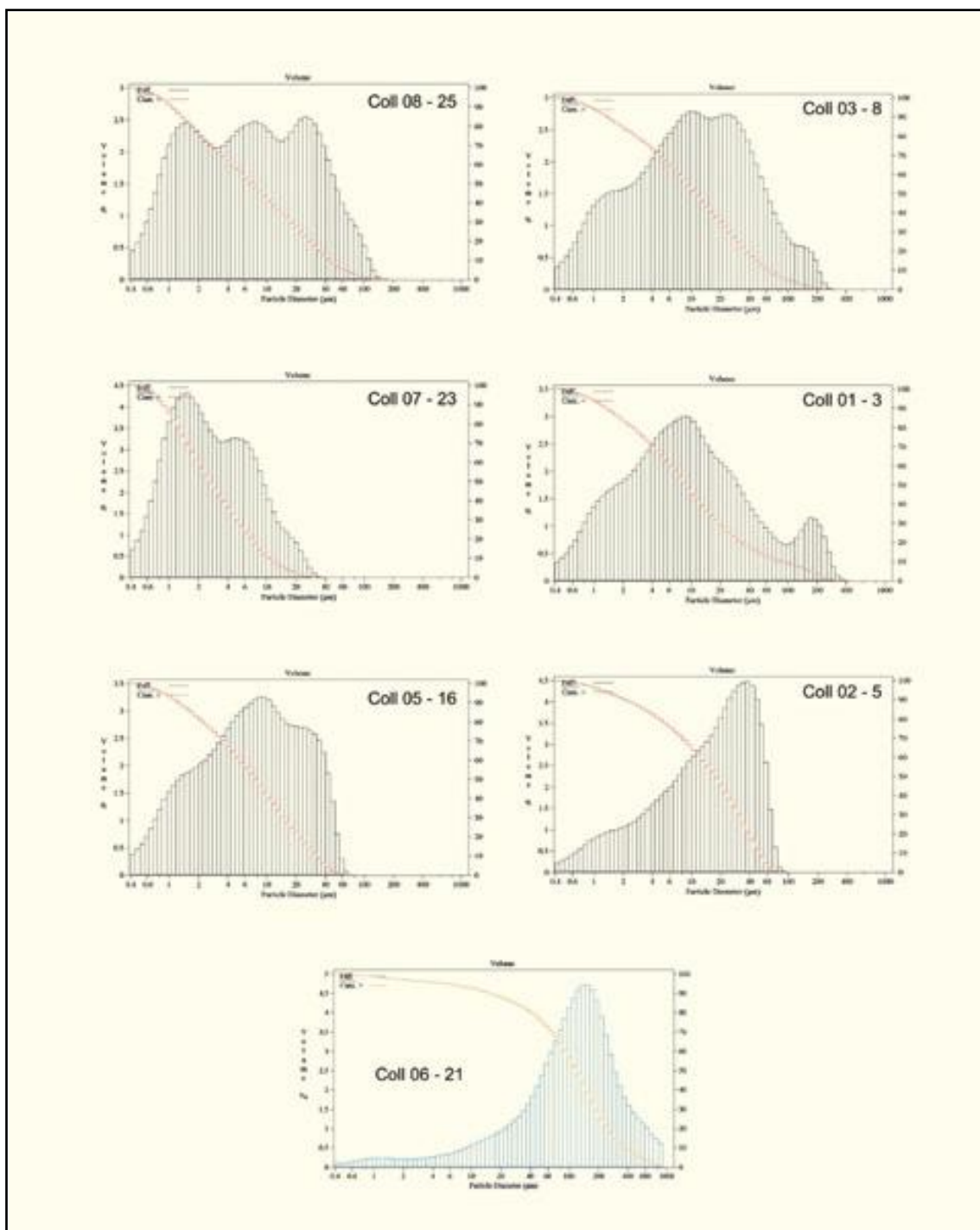


Figura 7.23: Corba acumulativa i histograma de freqüències de mostres representatives dels sediments presents a la cova des Coll.

### 7.9.2.2. Mida de gra

El conjunt dels sediments que reomplen la cavitat i conductes de la cova des Coll estan formats per llims més o menys arenosos i amb elevades quantitats d'argiles

(Taula 7.24). Així la fracció més important és la que correspon als llims mitjans amb valors que quasi bé sempre superen el 20 % la resta de fraccions llimoses oscil·len entre el 7 i el 26 %. Les argiles amb uns valors mitjans al voltant del 15% oscil·len entre un 8 i un 19 %. Les arenes molt fines, són pràcticament l'única fracció arena present amb valors que rarament superen el 10% i principalment relacionades amb les fàcies d'entrada (marina) de la cavitat i amb les fàcies carbonatades de les que parlarem més endavant.

La mediana correspon als llims mitjans o llims gruixats i quasi bé totes les mostres són asimètriques per la dreta i mostren corbes anguloses. La resta dels paràmetres texturals es poden observar a la Fig. 7.26.

Les dues unitats (fàcies sedimentàries) comentades abans venen caracteritzades per les anàlisis efectuades de la mida de gra (Fig. 7.24). Així la fàcies arenosa carbonatada està formada per arenes fines a molt fines amb una mitjana de mida de gra de 0,16 mm, mentre que a la fàcies de llims vermells el que predomina és la fracció que va de llims gruixuts a llims fins amb una mitjana de mida de gra de 16,9 mm.

Mostra	Profunditat (m)	Granulometria (%)											
		Grava	Arena					Llim					Argila
		>2mm	AMG 2-1mm	AG 1-0.5mm	AM 0.5-0.2mm	AF 0.2-0.1mm	AMF 0.1-0.06	LLMG 62-31µm	LLG 31-16µm	LLM 16-8µm	LLF 8-4µm	LLMF 4-2µm	<2µm
Coll 01													
1	0-4	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	12,60	17,00	16,10	20,40	11,60	8,60	11,70
2	6-10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,30	13,60	24,60	21,00	15,70	17,80
3	12-14	0,00	0,00	0,00	0,90	6,40	4,70	9,50	12,80	22,70	15,80	12,00	15,20
Coll 02													
4	0-4	0,00	0,00	0,00	0,30	3,90	9,90	26,80	19,20	17,50	8,60	5,93	7,87
5	4-8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,90	28,10	22,40	21,00	10,50	7,09	9,01
6	8-13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,50	13,90	20,30	19,50	14,50	18,30
7	16-19	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	3,20	8,10	13,30	26,20	18,00	13,10	16,10
Coll 03													
8	0-2	0,00	0,00	0,00	0,00	3,10	6,20	15,30	16,20	21,50	13,20	10,00	14,50
9	2-3	0,00	0,00	0,00	1,00	4,90	3,90	11,90	15,00	23,00	14,50	10,70	15,10
10	6-15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	2,60	5,90	9,10	26,00	20,80	16,00	19,10
11	15-25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	15,40	16,80	22,60	15,00	12,00	17,40
Coll 04													
12	0-5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	15,90	18,70	23,80	14,50	11,00	15,50
13	5-9	0,00	0,00	0,00	0,00	1,70	5,20	12,30	15,20	23,80	15,30	11,60	14,90
14	9-12	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	8,60	17,40	16,00	20,10	12,80	10,30	12,80
Coll 05													
15	2-5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,20	14,50	16,90	23,70	15,40	11,80	16,50
16	5-13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	11,50	16,30	25,00	17,00	13,00	17,10
17	13-22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,20	17,20	24,10	17,10	14,00	16,40
18	22-32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	18,90	27,40	16,50	12,00	16,20
Coll 06													
19	0-8	0,00	0,00	0,00	0,00	6,12	19,28	19,10	15,50	17,90	9,70	6,00	6,40
20	8-20	0,00	0,00	1,42	4,88	17,10	18,70	15,70	11,10	11,10	6,40	5,00	8,60
21	23-37	0,00	0,00	3,24	9,36	31,10	23,80	13,60	7,10	5,40	2,10	1,30	3,00
22	37-41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	15,16	19,80	22,20	14,80	12,30	15,50
Coll 07													
23	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	4,10	16,30	19,20	21,60	38,70
Coll 08													
24	0-8												

Figura 7.24: Dades de mida de gra dels sediments presents a la cova des Coll.

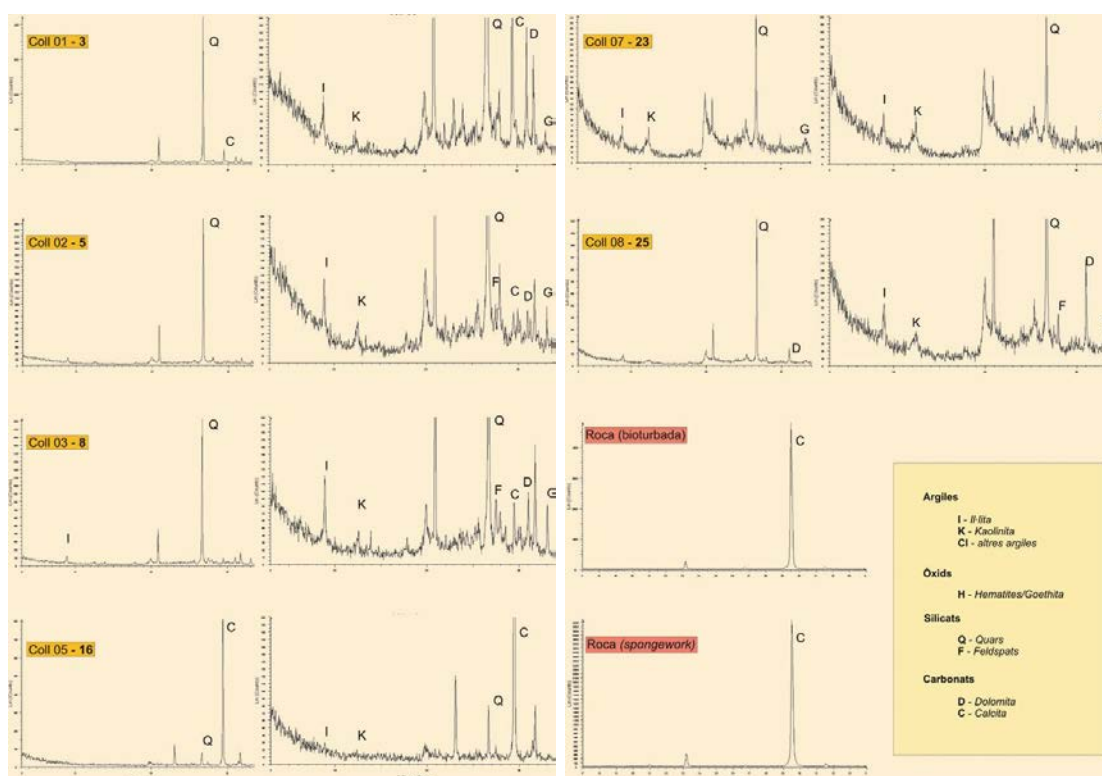


Figura 7.25: Difractogrames de RX de mostres representatives dels sediments presents a la cova des Coll, i de la roca encaixant.

La major part de les corbes granulomètriques són bimodals (àdhuc trimodals) cosa que implica la superposició de processos sedimentaris diferents. Entre aquests processos podem destacar la caiguda de grans per desintegració granular de la paret (fàcies carbonatada blanca) que ens donaria una corba típica com la representada en la Fig. 7.23 (Coll 06-21) i la infiltració de sediments llimosos vermells (Coll 02-5). A destacar el fet de la presència dels materials més antics (Coll 07- 23) on la fracció predominant són les argiles. La resta de corbes mostren la interacció dels processos esmentats juntament amb les aportacions de fàcies d'entrada (resta de corbes) i el retreballament dels nivells argilosos més antics. Per exemple a la corba Coll 01-03 es poden identificar les fraccions procedents de la desgranulació carbonatada i les fàcies de llims vermells; o a la Coll 08-25 les aportacions llimoses mesclades amb el retreballament de les argiles.

### 7.9.2.3. Mineralogia

Les anàlisis mineralògiques dels sediments mostren la presència de minerals dels grups dels carbonats; minerals de les argiles, quars i feldspats (Fig. 7.27).

Mostra	Profunditat (m)	Graves (%)	Arenes (%)	Fins (%)	Mitjana $\mu\text{m}$	Mediana $\mu\text{m}$	m/M	Moda $\mu\text{m}$	S.D. $\mu\text{m}$	Coefficient d'Asimetria	Coefficient d'Angulositat
<b>Coll 01</b>											
1	0-4	0,00	14,60	85,40	27,81	13,97	1,99	24,80	33,00	1,67 r	2,27 l
2	6-10	0,00	0,00	100,00	9,72	5,68	1,71	5,53	10,47	1,76 r	2,90 l
3	12-14	0,00	12,00	88,00	28,41	8,38	3,39	8,49	51,75	2,91 r	8,47 l
<b>Coll 02</b>											
4	0-4	0,00	14,10	85,90	34,21	22,13	1,55	38,08	40,92	2,70 r	9,36 l
5	4-8	0,00	1,90	98,10	21,07	16,60	1,27	38,08	17,52	0,81 r	-0,20 p
6	8-13	0,00	0,00	100,00	9,54	6,06	1,57	8,49	9,85	1,74 r	3,03 l
7	16-19	0,00	5,20	94,80	16,35	7,12	2,30	8,49	28,54	4,05 r	19,68 l
<b>Coll 03</b>											
8	0-2	0,00	9,30	90,70	23,58	10,62	2,22	10,52	34,33	2,87 r	9,65 l
9	2-3	0,00	9,80	90,20	26,86	9,32	2,88	9,45	49,21	3,32 r	11,57 l
10	6-15	0,00	3,10	96,90	11,29	5,47	2,06	7,63	18,43	4,00 r	19,50 l
11	15-25	0,00	0,80	99,20	14,05	8,04	1,75	9,45	14,95	1,44 r	1,49 l
<b>Coll 04</b>											
12	0-5	0,00	0,60	99,40	14,56	9,12	1,60	22,28	14,70	1,35 r	1,26 l
13	5-9	0,00	6,90	93,10	19,19	8,74	2,20	9,45	28,09	3,02 r	11,29 l
14	9-12	0,00	10,60	89,40	24,58	11,88	2,07	27,61	31,97	2,45 r	7,81 l
<b>Coll 05</b>											
15	2-5	0,00	1,20	98,80	14,14	8,17	1,73	9,45	15,26	1,57 r	2,10 l
16	5-13	0,00	0,10	99,90	11,91	7,17	1,66	8,49	12,30	1,45 r	1,52 l
17	13-22	0,00	0,00	100,00	11,79	7,11	1,66	9,45	11,94	1,37 r	1,25 l
18	22-32	0,00	0,00	100,00	11,42	7,76	1,47	10,52	10,78	1,25 r	0,97 l
<b>Coll 06</b>											
19	0-8	0,00	28,20	71,80	45,01	29,05	1,55	72,46	44,45	1,22 r	0,92 l
20	8-20	0,00	44,60	55,40	94,68	51,38	1,84	80,66	127,10	2,66 r	8,82 l
21	23-37	0,00	69,90	30,10	156,70	112,70	1,39	153,40	156,80	1,95 r	4,29 l
22	37-41	0,00	0,90	99,10	16,92	10,79	1,57	30,08	16,19	1,08 r	0,27 l
<b>Coll 07</b>											
23	0	0,00	0,00	100,00	4,27	2,45	1,74	1,53	4,61	2,25 r	5,96 l
<b>Coll 08</b>											
24	0-8										
25	8-12	0,00	4,40	95,60	15,41	6,70	2,30	24,80	20,42	2,23 r	5,65 l

r: asimètric per la dreta; l: leptocurtic (angulós); p: platycurtic (tabular).

Figura 7.26: Paràmetres texturals corresponents a les anàlisis granulomètriques dels sediments presents a la cova des Coll.

Mostra	Profunditat (cm)	Argiles				Hematites	Silícics	Carbonats		2 <sup>o</sup> calcita/HMC	
		Il·lita	Caolinita	Altres	SUMA argiles	Goethita	Quarts	Feldspats	Dolomita	Calcita	
<b>Coll 01</b>											
1	0-4	7,3	3,3	1,8	12,4	4,5	66,8	6,5	3,0	6,8	29,470
2	6-10	6,7	5,1		11,8	2,8	57,4	3,5	6,8	17,8	29,470
3	12-14	5,5	3,2		8,7	1,9	76,0		3,4	10,0	29,485
<b>Coll 02</b>											
4	0-4	7,5	4,8		12,4		63,3	4,9	9,3	10,2	29,610
5	4-8	6,9	5,1		12,0	3,2	68,8	8,2	2,8	4,9	29,450
6	8-13	7,7	4,3		12,0	2,3	71,2	9,1	2,9	2,5	(HMC+LMC)
7	16-19	8,2	4,3		12,5	2,7	75,8	5,0		4,0	(HMC+LMC)
<b>Coll 03</b>											
8	0-2	9,5	4,4		13,8	3,8	61,2	10,2	5,9	5,1	29,480
9	2-3	3,6	1,8		5,4	3,1	81,5	4,8	2,4	2,8	(HMC+LMC)
10	6-15	8,1	3,4		11,6	4,6	65,0	7,8	3,7	7,4	(HMC+LMC)
11	15-25	1,6	2,3		3,9	3,3	55,7	5,5	8,7	22,7	(HMC+LMC)
<b>Coll 04</b>											
12	0-5	5,3	4,2		9,6	1,6	21,7		4,3	57,2	29,430
13	5-9	13,7	10,3		24,0	9,8	42,3		10,6	13,4	29,490
14	9-12	28,1	15,5		43,6	10,5	45,9				
<b>Coll 05</b>											
15	2-5	3,5	2,4		5,9		8,4			85,8	29,450
16	5-13	5,0	3,3		8,4		8,2			83,4	29,430
17	13-22	1,9	1,9		3,8		10,4			85,7	29,490
18	22-32	0,8	0,4		1,2		3,1			95,7	29,480
<b>Coll 06</b>											
19	0-8	0,0	1,6		1,6	0,5	7,4	2,3	4,2	84,0	29,480
20	8-20	2,1	0,0		2,1		8,2		3,6	86,1	29,450
21	23-37				0,0	0,7	7,9		5,8	85,5	29,510
22	37-41	12,0	5,4		17,4	4,9	59,4	12,1		6,3	29,430
<b>Coll 07</b>											
23	0	17,1	25,8		42,9	8,5	39,2			9,4	(HMC+LMC)
<b>Coll 08</b>											
24	0-8	2,7	1,4		4,1	1,5	14,9	1,5	4,1	73,9	29,450
25	8-12	10,5	9,4		19,9	5,4	58,4	6,1	10,3		

Figura 7.27: Dades percentuals semi-quantitatives de la composició mineralògica dels sediments de la cova des Coll.



Fig. 7.25). El mineral del grup de les argiles més important observat ha estat la il·lita. La caolinita, sempre present, i en un percentatge que compren entre 0,4 i 25,8 % contrasta amb les anàlisis efectuades a la cova Genovesa (GRÀCIA *et al.*, 2003b), a on



Figura 7.28: A molts indrets de la cavitat s'observen acumulacions argiloses adossades a les parets, amb senyals d'erosió, que representarien etapes anteriors de rebliment en condicions ambientals diferents de les actuals. Sector del Patatús

només està present a una mostra de sediments parietals. Curiosament també a la cova des Coll el lloc on està en més percentatge correspon a sediments adossats a la paret. Apareixen també hematites i goethita, especialment als sectors més propers a la mar.

El quars és el mineral dins del grup dels silicats més important en quant a volum. És el component majoritari amb molta diferència, a totes les anàlisis de subcapes verticals al sector del Poble, sector de l'Esfondrament i sector del Descobriment, és a dir, a tots els sectors més propers a la mar. Per contra, als sectors interiors (sector del Patatús, sector dels Autèntics, sector dels Espectres i sector Final) el patró de distribució

segueix el de la cova Genovesa, això és unes capes superiors riques en components carbonatats i capes inferiors riques en quars i argiles. Els minerals del grup del feldspats estan presents com a traces. Dels minerals carbonatats la calcita i la dolomita són els més indicatius.

Les capes superiors de sediment, d'elevat contingut carbonatat, estan presents des de la sala de la Panxa (61,5% els 5 primers centímetres), a prop de la sala Tancada (entre 84% i 96% els 32 centímetres de sediment), fins a totes les galeries i sales dels sectors més interiors, galeria dels Espectres (72% els 8 primers centímetres i 66,4% dels 8 als 20 primers); sector Final (78% els primers 8 centímetres).

Per contra, d'ençà de la mar fins a la zona del Descobriment el percentatge de carbonats davallen de forma considerable (entre 5,2 i 11% els primers 15 centímetres a la sala del Saurí Santana; entre 4% i 19,5% els 19 centímetres de la sala del Pou Negre; entre 9,8% i 24,5% els 14 centímetres de sediment de la galeria de la Correntia. Al mateix que la cova Genovesa també la zona d'influència de l'entrada presenten valors baixos en calcita segurament per la influència d'entrada de sediments al·lòctons.

El quars és el mineral més característic de la capa vermella. Aquesta es presenta per molts d'indrets, però a les zones més interiors de la cova amagada per davall de la capa carbonatada. Així tenim valors de l'ordre de 57,4-76% (galeria de la Correntia al sector del Poble), 55,7-81,5% (sala del Pou Negre), 63,3-75,8% (sala del Saurí Santana) sense capa superior que les recobreixi. A partir d'aquí 42,3-45,9% (sala de la Panxa), 41,8-54,4% (galeria dels Espectres al mateix sector), 58,4% a la sala de la Confusió del sector Final, amb capa superior carbonatada. A una paret de sediments adossats el quars representa el 39,2% (prop de la sala de la Panxa), emperò si sumem els hematites i les argiles totalitzen un valors propers al 90%. Així mateix, la presència de sediments amb una mineralogia i proporcions semblants en els dipòsits càrstics Holocènics i Plistocènics (Es Pouàs, illa d'Eivissa) indica que els materials que reomplen aquestes depressions, cavitats i en general obertures a l'exterior poden ser en gran mesura reomplerts pels materials originats i/o aportats per les pluges de fang (FORNÓS *et al.*, 1997). En el cas eivissenc els sediments llimosos siliciclàstics presenten més de 6 m de potència, i contenen aus fòssils del Plistocè mitjà fins a l'actualitat.

Els feldspats estan distribuïts de forma similar a la dolomita, i presents a les zones d'aportació d'aigües residuals i també associada a les fàcies d'entrada. Els valors més alts es donen a la sala del Pou Negre (10,2% -primers 2 cm-), essent molt similars als presentats a la sala del Pou Negre de la cova Genovesa (arribava a un 11,65%).

De la família de les argiles la il·lita es troba present a tots els punts i repartida per moltes localitzacions, però associada més amb la capa de quars que no a la capa carbonatada. Els sediments parietals consolidats assoleixen el 17,1% respecte del 12,16% analitzat de dipòsits de les mateixes característiques de la cova Genovesa.

#### **7.9.2.4. Matèria orgànica**

Els continguts en matèria orgànica dels sediments no mostren clares diferències. Els valors oscil·len entre un 3,7 i 9,9 % amb valors mitjans entre un 5 i un 6 %. La presència més important de matèria orgànica es dona en el primer sector d'entrada de la

cavitat (Figs. 7.20 i 7.22) relacionat amb el poble i amb l'entrada externa. El sediment amb elevats percentatges de matèria orgànica de les zones amb major aportació d'aigües fecals davall del poble és negre (en humit N2,5/ negre i en sec 2,5Y3/2 marró grisós molt fosc).

### 7.9.3. L'ACUMULACIÓ SEDIMENTÀRIA

Els sediments de la cova des Coll presenten dues clares unitats diferenciades tant per la seva coloració com pel seu contingut mineralògic. Una superior, de composició principalment carbonatada on la calcita és dominant i amb coloracions clares, i una inferior, on la presència dels components silícics es la característica principal juntament amb la seva tonalitat vermellosa.

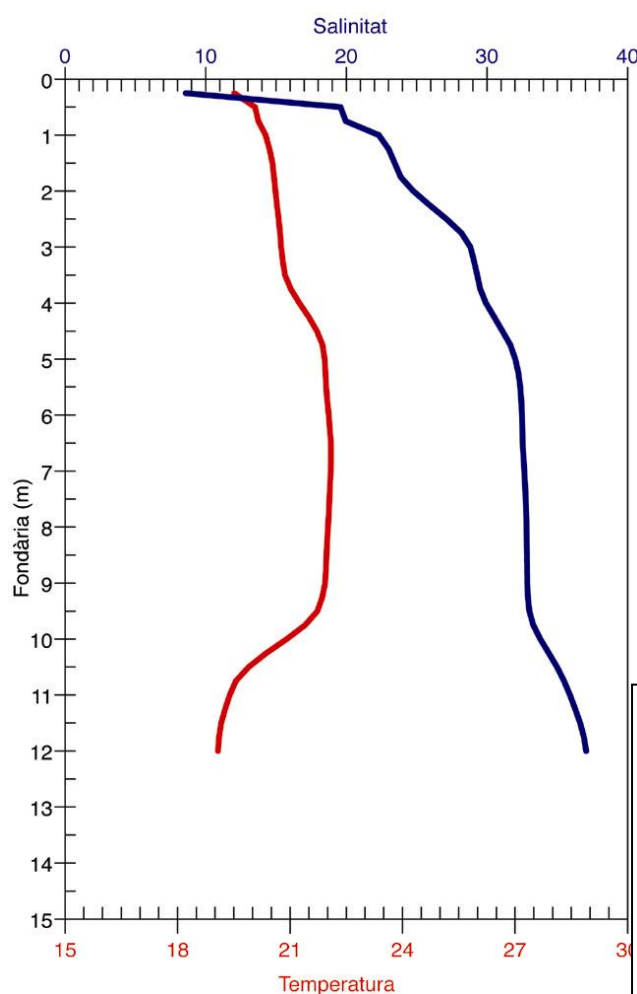
Quina és la procedència dels components silícics (quars i feldspats)? L'absència d'afloraments importants de roques silíciques a Mallorca sembla indicar una procedència externa d'aquests minerals. La font al·lòctona sembla ser la més probable, o al menys en una elevada proporció, doncs les anàlisis del contingut residual no calcari de les roques presenten proporcions molt petites, pràcticament testimonials (al voltant del 1%). El quars i la caolinita i també els feldspats, són els minerals més característics presents a les pluges de fang (FORNÓS *et al.*, 1997). Aquests es consideren doncs, en la seva major part, materials de procedència al·lòctona.

A part d'aquestes dues clares unitats, a molts indrets de la gruta s'han observat acumulacions argiloses adossades a les parets clarament anteriors (mostren superfícies erosives), cosa que ens fa pensar amb possibles etapes de colmatació (Fig. 7.28). El rebliment sedimentari estaria en funció de l'evolució de l'àrea litoral, amb un nivell de mar fluctuant. Aquests fets implicarien dues seqüències deposicionals, una de tipus regressiu, en condicions vadoses i una altra de tipus transgressiu en condicions freàtiques. Els minerals carbonatats tindrien el seu origen en la descalcificació de la roca en condicions freàtiques; encara que tampoc no seria descartable el mateix procés en cavitats vadoses, però probablement amb menys possibilitat d'acumulació. La dissolució preferent, ja sigui per raons texturals com cristal·logràfiques dels components de les calcarenites, ocasionaria la desintegració de grans de composició calcítica que caurien al terra i s'acumularien formant la capa superior de color clar. Aquests materials els podríem considerar autòctons. La capa inferior, de color vermell, i de major importància en potència, podria correspondre a l'entrada de materials al·lòctons (explicaria la quantitat de quars present) o bé al residu sense poder descalcificar de la

capa superior en continuar el procés de dissolució al terra de sales i galeries. La detecció de quars a les mostres de roca mare del sostre i parets de les galeries permet suposar que per acumulació podrien donar lloc a part dels dipòsits vermells i per tant també serien, encara que en baixa proporció, de procedència autòctona.

## 7.10. Característiques hidrogràfiques de la cavitat

Els corrents que es produeixen dins la cavitat fan que la columna d'aigua no sigui molt estable mecànicament, excepte a les capes inferiors a on es donen les característiques hidrogràfiques més constants. Aquests corrents, temporalment i en alguns indrets, poden esser espectaculars, com és en el cas del sector des Poble, a on els canvis baromètrics es tradueixen en corrents de sortida o d'entrada, per compensar la diferència de nivell de la mar amb el nivell freàtic de la cavitat. Es té constància que en produir-se l'arribada dels efectes del terratrèmol d'Argèlia el dia 4 de juny de 2003 a les 18,33 la retirada de l'aigua de la mar va provocar corrents amb velocitats impressionants que sortien de la cova (informador Guillem Mas).



El perfil de salinitat i temperatura de la columna d'aigua ha estat registrat mitjançant una sonda oceanogràfica CTD Seabird SBE19 pertanyent a l'Institut Mediterrani d'Estudis Avançats. L'aparell realitza lectures automàtiques cada segon d'ambdós paràmetres a més de la fondària, mentre es desplaçat molt lentament per un bussejador. Les dades

Figura 7.29: Perfil de salinitat (‰) i temperatura (°C) a la sala Benvinguda (sector dels Autèntics) el mes d'octubre. Els corrents que es produeixen dins la cavitat fan que la columna d'aigua no sigui molt estable mecànicament, excepte a les capes inferiors a on es donen les característiques hidrogràfiques més constants.



posteriorment són transferides a un ordinador.

La columna d'aigua presenta a la sala Benvinguda quatre porcions ben diferenciades (Fig. 7.29). En primer lloc, una acumulació lenticular d'aigua dessalada superficial molt prima (menys d'un metre de gruix), producte de la percolació i mescla de la esorrentia superficial sobre la massa d'aigua subjacent. Aquesta és una capa salobre (fins a 5 m de fondària) producte directe del flux i reflux de la mar al llarg dels corredors de la cova, i llur mescla amb l'aigua dolça infiltrada. Segueixen dues capes: una, entre 5 i 10 m de fondària, pot qualificar-se com aigua marina modificada per dilució amb passats episodis d'intrusió d'aigua dolça i l'altre, de 10 m fins al fons, d'aigua pràcticament marina. La salinitat a la sala Benvinguda (sector dels Autèntics) en superfície és de 8 ‰ i puja progressivament a 20 ‰ només a 0,5 m de profunditat i d'aquí passa gradualment fins a 31 ‰ als 5 m. Dels 5 als 10 m pràcticament es manté constant fins que després augmenta ràpidament fins els 37,5 ‰.

A la cavitat s'observa un flux d'aigua vertical, especialment els mesos pluviosos, entre la galeria del Flux i la sala Benvinguda. Al llarg d'una bona part de la galeria l'aigua superior, menys densa i estratificada circula per damunt de la capa més salada que queda a baix fins assolir el laminador d'entrada a la galeria i puja de forma espectacular dels -9 m fins a la superfície (cota 0 m), fregant la paret de la sala Benvinguda (Fig. 7.18a). El sostre de la galeria actua de trampa hidrogràfica de la massa d'aigua en relació amb la massa de referència situada a les proximitats.

La temperatura de l'aigua a la sala Benvinguda es manté en un mes d'octubre després d'un llarg període de sequera per sobre dels 20°C entre la superfície i 6 m de fondària (a 21,2°C), per davallar bruscament a 18,9°C en pocs metres (Fig. 7.29). Aquests fets reflecteixen clarament la influència marina en la porció superior de la columna d'aigua (el perfil de la figura fou realitzat a començaments d'octubre, quan la temperatura de la mar assoleix aquests valors). L'aigua del fons de la cavitat es manté als voltants dels 18,8°C i 19°C, com altres masses d'aigua marina fòssil conegudes a cavitats anquialines semblants d'altres indrets de les Balears.

## 7.11. Part faunística

### 7.11.1. INVERTEBRATS NO ARTRÒPODES

Els organismes suspensívors (esponges, tunicats, poliquets tubícoles i mol·luscs) es desenvolupen bé a la cova per mor de l'elevada renovació de l'aigua i de la disponibilitat de matèria orgànica particulada (Figs. 7.37, 7.44 i 7.39). Ambdues generades pels corrents entre la mar i la cavitat a causa de la comunicació directa i al comportament de la cova com a vasos comunicants en consonància amb els canvis baromètrics, les mareas i la sortida d'aportacions hídriques d'infiltració zenital.

#### Phylum PORIFERA

##### Ordre Homosclerophorida

##### Família Plakinidae

##### *Plakina dilopha* Schulze, 1880

Descripció: Exemplars d'entre 0,5 i 1,3 cm de diàmetre (contrets), formant recobriments fins en forma de coixinets arrodonits o lobulats (Fig. 7.30). Consistència gomosa i color crema-rossenc en alcohol. Espícules (Fig. 7.31): Caltropes microtetractines) d'actines amb puntes romes i en part bífides, de 34-40  $\mu\text{m}$ , de longitud; algunes amb aparença de triactines per tenir una actina avortada. Tetractines molt petites de 7-11,5  $\mu\text{m}$  de diàmetre (poden tractar-se de formes juvenils). Monolofotrienies, dilophotrienies i qualche trifotriena amb les actines sense dividir de 10-12  $\mu\text{m}$ . Les subactines de l'actina dividida poden dividir-se secundàriament en dues o tres i aquestes, a la vegada, acabar en espines.



Figura 7.30: *Plakina dilopha* Schulze, 1880. Exemplars d'entre 0,5 i 1,3 cm de diàmetre, formant recobriments fins en forma de coixinets arrodonits o lobulats. No està present a les zones més properes al mar ni als més allunyats. Aquesta és la primera senyalització de l'espècie en el litoral espanyol.

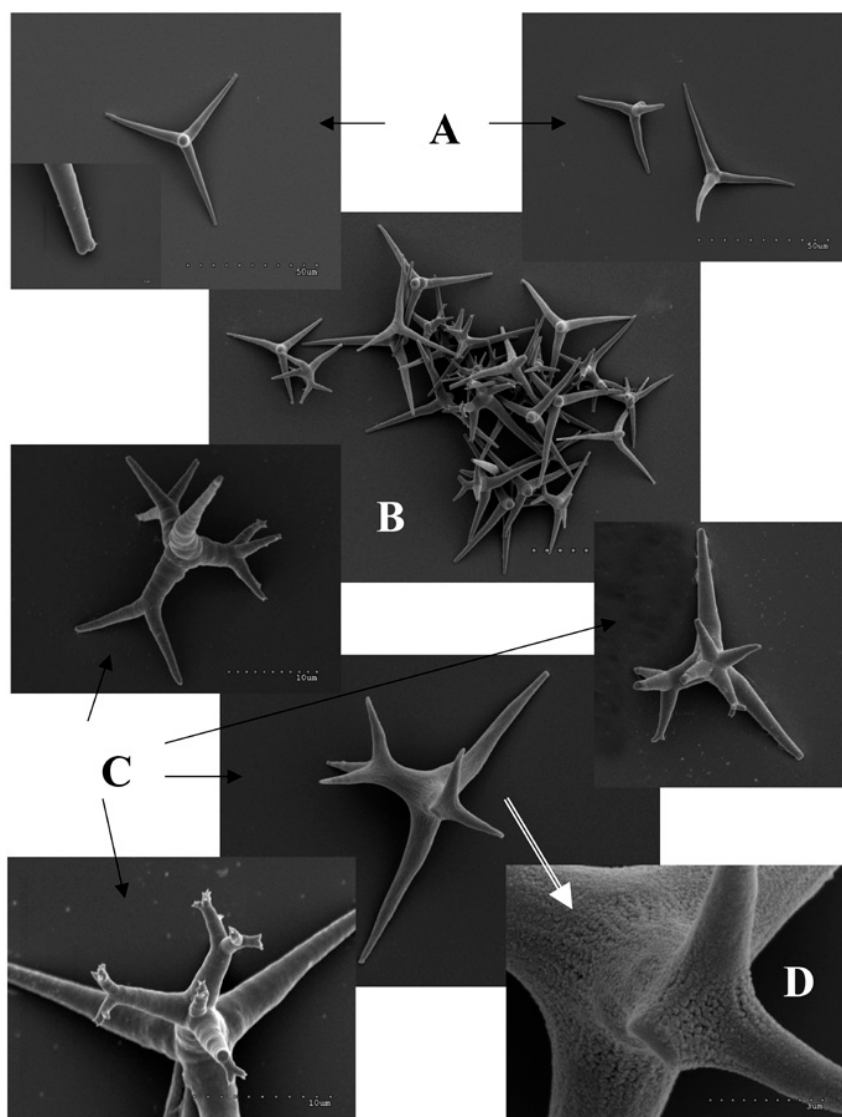


Figura 7.31: Espícules de *Plakina dilopha*. A) caltropa perfecta (tetractina) a l'esquerra i dues caltrops amb una actina abortada (aspecte de triactina) a la dreta; B) conjunt d'espícules; C) tetractines dilophades (en el centre una espícula immadura); D) detall de la superfície d'una espícula immadura mostrant les nanosferes de sílice. Microscopi electrònic. (Foto M. J. Uriz).

Hàbitat: A la cova des Coll s'observa a partir del sector del Descobriment (de 300 m endavant). No està present a les zones més properes al mar (sector del Poble) ni als més allunyats (Fig. 7.37).

Distribució: Mediterrània, es tracta d'una espècie poc freqüent. Aquesta és la primera senyalització de l'espècie en el litoral espanyol. Els individus de la cavitat coincideixen amb alguns de les costes de França (TOPSENT, 1895) en la raresa de les microdiactines. Difereixen, no obstant això, per la mida de les lofotrienies, molt més

petites que les tetractines, per la divisió dicotòmica de les actines lofades i per l'esbós de bilobulació de les actines de les tetractines.

### **Classe Demospongiae**

### **Ordre Hadromerida**

### **Família Tethyidae**

#### ***Tethya citrina* Sarà & Melone, 1965**

Descripció: Exemplars pseudoesfèrics de 1,5-2,5 cm de diàmetre (Fig. 23), amb un òscul de 0,5-2,5 mm, a la part superior (exemplars contrets). Superfície coberta per projeccions còniques que li donen aspecte vellós. Còrtex diferenciat, de 1-1,3 mm de grossor. Consistència carnososa. Color blanquinós o crema en alcohol externament, groguenc brut a l'interior. Espícules (Fig. 7.34): estrongiloxes de dues mides (les petites situades a la zona més externa de l'esponja) en disposició radial. Amiden 1245 x 27-32 µm, les grans i 420-750 x 11-13,6 µm, les petites. Esferàsters, amb el centrum gros i les actines globoses, com correspon a un ambient ric en silici (Fig. 7.35). Amiden 45-80 µm i es troben en el còrtex. Quiàsters, espinosos d'actines cilíndriques, de 9-15 µm, de diàmetre, abundants al coanosoma. Es freqüent la



Figura 7.32: *Tethya citrina* Sarà & Melone, 1965. Exemplars pseudoesfèrics de 1,5-2,5 cm de diàmetre. A la cavitat es troba en tot el sector del Poble.

separació d'una part de l'adult como a propàgul.

Hàbitat: Pròpia d'indrets assossegats, amb sediment fi. A la cavitat es troba en tot el sector del Poble (Fig. 7.37).

Distribució: Espècie mediterrània. A la Península Ibèrica ha estat citada amb anterioritat a la Mar Menor (Múrcia) de zones fangoses i en herbeis de *Caulerpa nodosa* (MARTINEZ-INGLÉS, 1991).

### **Família Suberitidae**

#### ***Suberites carnosus* (Johnston) var. *flavus* Topsent, 1900**



Syno.: *Suberites flavus* (Schmidt) Topsent

Descripció: Esponja massiva centimètrica, que forma lòbuls, més o manco digitiformes de més de 1cm d'ample, amb òsculs terminals de 1-1,5 mm de diàmetre (exemplars contrets). Superfície llisa, còrtex diferenciat però no separable del coanosoma. Consistència carnosa, compacta. Color crema en alcohol. Esquelet irregular interior i amb una disposició en atapeïts feixos plomosos cap a la perifèria. Espícules: Til·lostils rectes, amb el til globulós, ben marcat, i la tija un poc fusiforme (més estret davall del til) i el canal axial visible, acabat en una vesícula en el centre del til. Punta acerada. Amiden 140-575 x 3-9  $\mu\text{m}$ , amb els més petits situats a la zona perifèrica de l'esponja.

Hàbitat: Freqüent fins els 40 m de fondària, especialment als fons arenosos, molt en particular a llacunes. A la cavitat es localitza als primers 100 m del sector del Poble (Fig. 7.37).

Distribució: L'espècie s'ha citat de l'Atlàntic Nord i del Mediterrani; la varietat "flavus" és principalment mediterrània i no s'havia citat amb anterioritat en el litoral espanyol.

## Família Clionaidae

### *Cliona celata* Grant, 1826

Descripció: Exemplar críptic que viu excavant l'interior de la roca calcària, assolint un desenvolupament notable (Fig. 7.33). Forma petites incrustacions o papil·les de 1-3 mm de longitud que surten separadament del substrat perforat, color groc daurat, de vegades taronjaroent, quasi sempre sense espiràsters. Només s'han observat les espícules silícies que consisteixen en til·lostils robustos, rectes, lleugerament corbats i, ocasionalment, fortament corbats. Til ben marcat i punta poc esmolada. Amiden 133-355 x 9-13,6  $\mu\text{m}$ . Excavacions uniformes de 30-40  $\mu\text{m}$  de diàmetre (Fig. 7.36).



Figura 7.33: *Cliona celata* Grant, 1826. Esponja que viu excavant l'interior de la roca calcària, assolint un desenvolupament notable. A la cova des Coll està present als 120 primers metres.

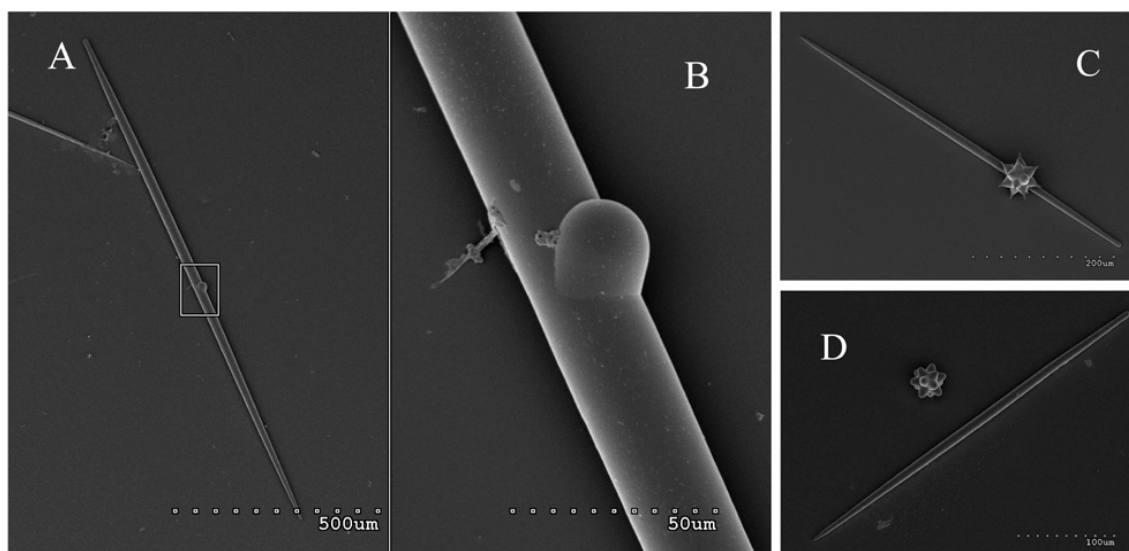


Figura 7.34: Estrongiloxes (megascleres) de *Tethya citrina*. A, amb un reguix central (B zona central a major augment); C i D estrongiloxes i esferasters (Foto M. J. Uriz).

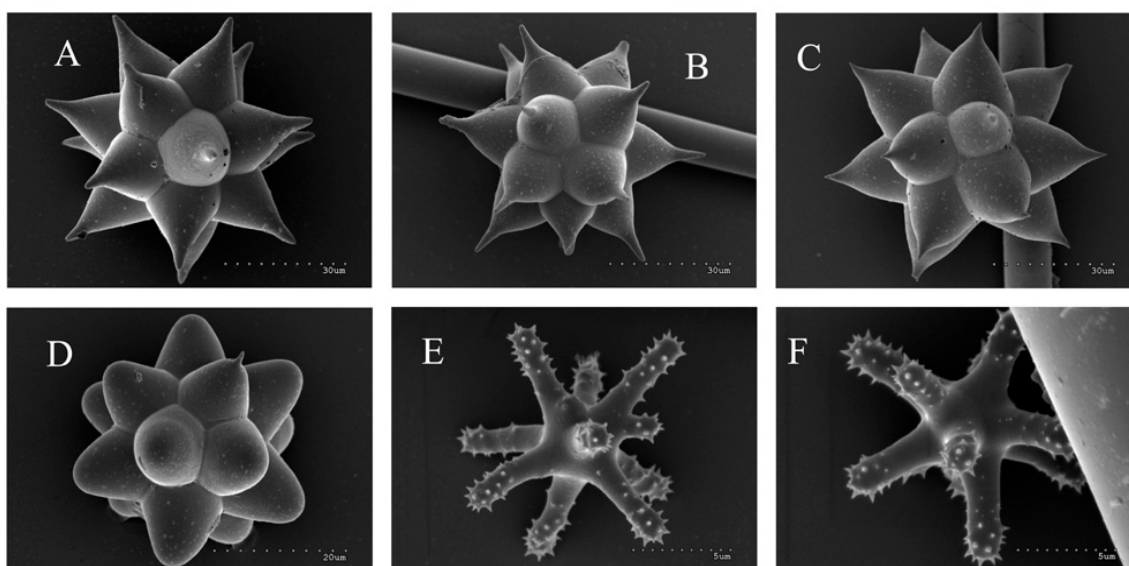


Figura 7.35: Microscleres de *Tethya citrina*. A, B, C i D esferàsters en distints estats de desenvolupament; E i F Quiàsters espinosos. Microscopia electrònica de scandallatge (Foto M. J. Uriz).

Hàbitat: Frequent des de la zona de mares fins als 5 m, en roques i còdols calcaris, en zones obscures així com sota colònies solellades d'algues, sovint perforant closques de mol·luscs. A la cova des Coll està present als primers 120 m (Fig. 7.37) localitzada tant dins pedres i parets com afectant a espeleotemes molt descalcificats.

Distribució: Espècie cosmopolita, molt abundant a les Balears.

## Ordre Poecilosclerida

### Família Raspailiidae

*Raspailia typica* Nardo, 1833

Synon.: *R. viminalis* Schmidt 1862

Descripció: Exemplar ramificat, d'uns 3 cm de alçària, amb branques aplanades i irregulars. Consistència flexible. Superfície molt hispida. Color bru fosc en alcohol. Esquelet format per feixos centrals poliespiculats de llargs tilòstils, que es disposen divergents a la zona perifèrica fins travessar la superfície de l'esponja provocant la hispidez. Estiloides (també anomenats anixoxes) en rams envolten els grans tilostils a nivell de la superfície de l'esponja. Els acantòstils se situen en el coanosoma perpendiculars als tilòstils. Espícules: Tilòstils llargs i corbats que es van aprimant progressivament des de la base, amb el til ben marcat i la punta roma; amiden 1860-2486 x 18-27 µm. Estiloides, rectes o lleugerament corbats amb un extrem truncat i l'altre molt esmolat; mesuren 595-820 x 4,5-11 µm. Acantòstils robusts, cònics, molt espinosos, amb el til poc marcat i espines que es dirigeixen cap a la base; amiden 62-106 x 11-18 µm.

Hàbitat: Poc freqüent, encara que molt conspícua, sobre closques i fragments d'algues calcàries en els fons arenosos, més enllà dels 20 o 30 m. A la cova des Coll s'ha observada únicament al sector dels Autèntics a uns 700 m de la mar (Fig. 7.37).

Distribució: Atlàntic i Mediterrani, en aigües poc profundes, principalment en biòtops horitzontals amb sediment.

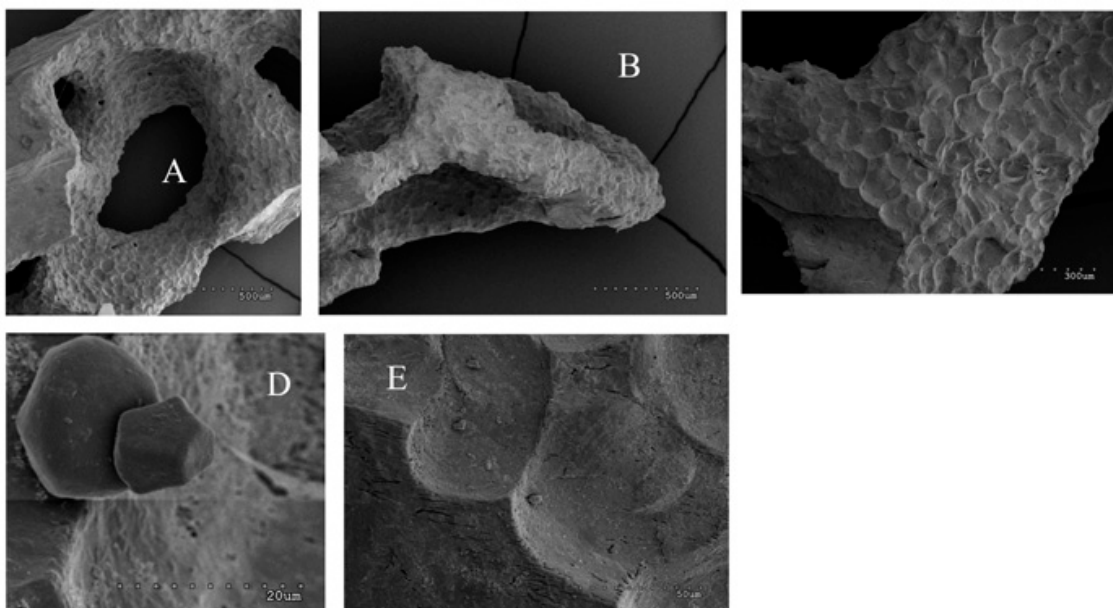


Figura 7.36: A, B, C i D, models d'excavació (a diferents augments), realitzats per *C. celata* en substrats calcaris de la cova; E, fragments calcaris arrabassats per l'esponja.

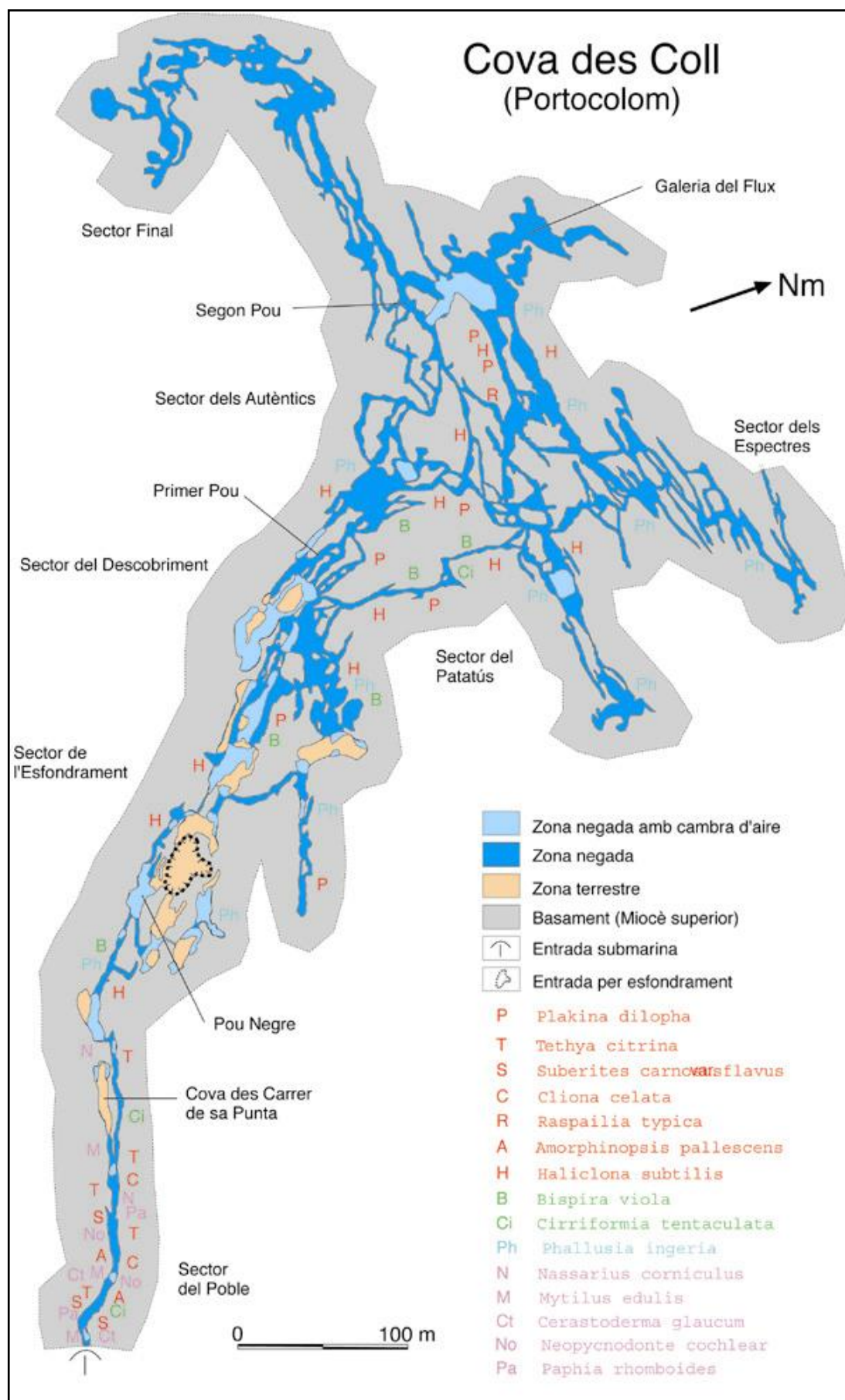


Figura 7.37: Distribució dels invertebrats no artròpodes.





Figura 7.38: *Haliclona subtilis* Griesinger, 1971. A la cavitat és l'espècie d'esponja més característica, penetrant fins a 800 m en el sector dels Autèntics. Únicament no es localitza a les zones més interiors o de menor salinitat. Les espícules són molt més gruixudes que les típiques de l'espècie, probablement degut a una gran disponibilitat de sílice.

## Ordre Halichondrida

### Família Halichondriidae

*Amorphinopsis pallescens* (Johnston)

Synon: *Halichondria pallescens* Johnston, Ferrer

Hernández 1917, 1933; no *Hymeniacidon pallescens*

Topsent, 1892

Descripció: Esponja d'alguns centímetres, amb una base massiva de la qual surten abundants fístules de diferent longitud, llargues i primes (2-3 mm de diàmetre), que s'anastomosen, no es mantenen erectes i solen terminar en un òscul. Consistència blana. Superfície vellutada al tacte; microhispida a la lupa. Ectosoma fàcilment separable del coanosoma, amb espícules tangencials externes, desordenades, travessades per oxes perpendiculars laxament disposades. Les fístules presenten sota la capa d'oxes tangencials, feixos poli-espiculats ascendents que poden anastomosar-se. Color

## LLISTATS D'INVERTEBRATS NO ARTROPODES

### Pyllum PORIFERA

#### Classe DEMOSPONGIAE

##### Ordre HOMOSCLEROPHORIDA

*Plakina dilopha* Schulze, 1880

##### Ordre HADROMERIDA

*Tethya citrina* Sarà & Melone, 1965

*Suberites carnosus* (Johnston) var. *flavus*

Topsent, 1900

*Cliona celata* Grant, 1826

##### Ordre POECILOSCLERIDA

*Raspailia typica* Nardo, 1833

##### Ordre HALICHONDRIDA

*Amorphinopsis pallescens* (Johnston)

##### Ordre HAPLOSCLERIDA

*Haliclona subtilis* Griesinger, 1971

### Pyllum ANNELIDA

#### Classe POLYCHAETA

*Bispira viola* (Grube, 1863)

*Cirriformia tentaculata* (Montagu, 1808)

### Pyllum CHORDATA

#### Classe ASCIDIACEA

##### Ordre ENTEROGONA

*Phallusia ingeria* Traustedt, 1883

### Pyllum MOLLUSCA

#### Classe GASTROPODA

*Nassarius corniculus* (Olivi, 1792)

#### Classe BIVALVIA

*Mytilus edulis* Linnaeus, 1758

*Cerastoderma glaucum* (Poiret, 1789)

*Neopycnodonte cochlear* (Poli, 1795)

*Paphia rhomboides* (Pennant, 1777)

Figura 7.39: Invertebrats no artròpodes presents a la cova des Coll.

blanquinós en alcohol. Espícules: (1) oxes robustes, fusiformes, amb puntes molt acerades, rectes o lleugerament corbades, de 345-450 x 10-16 µm; (2) estils robusts, un poc més curts i menys abundants que les oxes, en ocasions amb una lleugera dilatació a la base; molt cònics, rectes, amb la punta més ampla i curta que les oxes. Amiden 240-337 x 11-16 µm.

Hàbitat: A la cavitat (Fig. 7.37) abundant en el primer centenar de metres (sector del Poble).

Distribució: El gènere *Amorphinopsis* està principalment representat a l'Índic i Pacífic oriental. Al Mediterrani, s'han citat *A. filigrana* (SCHMIDT, 1862), a l'Adriàtic, i *A. pallescens* (TOPSENT, 1892) en el sud de França. L'espècie de la cova des Coll difereix de les dues anteriors perquè posseeix oxes molt més robustes (345-450 vs. 80-160µm). És similar en forma de creixement, aspecte extern, esquelet i mida espicular a *Halichondria pallescens* Johnston, espècie atlàntica, citada a Màlaga per FERRER HERNÁNDEZ (1917). Malgrat aquesta darrera espècie no presenta estils, podríem pensar que és conespecífica amb la de Balears ja que la transformació d'oxes en estils és un fenomen relativament freqüent en presència de concentracions elevades de sílice, com és el cas de la cova des Coll. Si no es tracta d'una espècie nova, aquesta és la segona cita de l'espècie en el Mediterrani.

## **Ordre Haplosclerida**

### **Família Haliclonidae**

#### ***Haliclona subtilis* Griessinger, 1971**

Descripció: Exemplar massiu, hemiesfèric, amb superfície molt porosa i l'òscul apical de 5 mm de diàmetre en el que es veuen desembocar conductes exhalants (Fig. 7.38). Consistència fràgil. Ectosoma diferenciat en les zones de la superfície de l'esponja en que està recobrint conductes aquífers, però és difícilment separable del coanosoma; a la lupa apareix travessat laxament per algunes espícules. Color blanquinós en alcohol. Espícules: oxes curtes i relativament robustes, rectes i fusiformes. Tangencials, laxament distribuïdes a l'ectosoma. Formant feixos de poques espícules, amb direcció ascendent de cap a la superfície de l'esponja, units per espícules transversals, en el coanosoma. Amiden 165-182 x 7-10 µm. Les espícules són molt més gruixudes que les típiques de l'espècie, probablement a causa d'una gran disponibilitat de sílice, fet que provoca que algunes es transformin en estils.

Hàbitat: Espècie de grutes sublitorals i ocasionalment a la biocenosi coral·lígena i a l'estrat basal dels herbeis de fanerògames. A la cavitat és l'espècie d'esponja més característica, penetrant fins a 800 m en el sector dels Autèntics. Únicament no es localitza a les zones més interiors o de menor salinitat (Fig. 7.37).

Distribució: Principalment mediterrània. Citat una sola vegada a l'Atlàntic (PRECIADO, 2002). Ha estat trobada amb anterioritat a Mallorca (BIBILONI, 1989).

### Classe Polychaeta

### Ordre Sedentaria

### Família Sabellidae

*Bispira viola* (Grube, 1863)

Synon.: *Sabella viola* Grube, 1863; *Sabella melanostigma* Gibbs, 1971.

Descripció: Sabèl·lid de petita mida (4,5 mm d'ample per uns 11 mm de llarg, inclosa la corona branquial). Color blanquinós, excepte una sèrie de 2 o 3 taques de color violada fosc o negre en cada radiola, ocasionalment amb un parell d'ulls en 2 o 3 radioles dorsals (Figs. 7.40 i 7.41).

Un parell de taques oculars dorsals visibles a la regió anterior del cos. Característicament, l'espècie presenta el primer segment llarg, sedes acompanyants en cullera no geniculades i projeccions ventrals corbades cap a l'interior. Tub circular en secció, format per una capa molt fina de material (probablement mucopolisacàrids) llisa a l'interior i compacta i barrejada amb sediments fins a l'exterior, a on és de color bru vermellós. Una vegada fixats, resulta extremadament difícil separar el tub del cos. Aquesta espècie es distingeix de *Sabella pavonina* Savigni, 1820 (amb la qual fos sinonimitzada per Fauvel 1927) per la seva menor mida, pigmentació distintiva, primer escut ventral emarginat i la disposició no espiralada de les sedes abdominals. Dintre del gènere *Bispira*, se sembla a *B. Melanostigma* (Schmarda, 1861), si bé aquesta té el primer segment més curt i més d'un parell d'ulls en diverses radioles branquials.



Figura 7.40: Exemplars de *Bispira viola* dins del tub i parcialment extrets. L'escala representa 4 mm (Foto D. Martin i João Gil)





Figura 7.41: *Bispira viola* (Grube, 1863). Es localitza especialment dins el sediment a on és molt abundant especialment al sector del Poble i al sector del Descobriment. No es troba present a les zones més allunyades de la mar. Les localitzacions obeeixen a les zones de majors corrents, penetrant fins els 700 m de distància. Els exemplars trobats constitueixen la primera cita d'aquesta espècie a les Balears i a la Península Ibèrica.

**Hàbitat:** S'ha citat de roques, parcialment protegida per esponges i nòduls de concrecions calcàries, entre 3 i 13 m de profunditat. A la cova des Coll es localitza especialment dins el sediment a on són molt abundants especialment al sector del Poble i al sector del Descobriment. No estan presents a les zones més allunyades de la mar. Normalment forma agrupacions formades per un gran nombre d'exemplars. Les localitzacions obeeixen a les zones de majors corrents, penetrant fins els 700 m de distància (Fig. 7.37).

**Distribució:** Poc coneguda, tal vegada per haver estat confusa amb *Sabella pavonina*, espècie molt més comuna. Bàsicament present en el Mediterrani, a Croàcia (localitat tipus, GRUBE, 1863), Itàlia (GIAGRANDE, 1990) i Turquia (KNIGHT-JONES *et al.*, 1991; KNIGHTJONES & PERKINSIT, 1998). Encara que es coneixen cites d'Indonèsia (GIBBS, 1971) i de les Illes Salomon (FOSA & NILSEN, 1996), aquestes s'han de revisar per comprovar si pertanyen o no a la mateixa espècie. Els exemplars trobats constitueixen la primera cita d'aquesta espècie a les Balears i a la Península Ibèrica.



## Família Cirratulidae

### *Cirriformia tentaculata* (Montagu, 1808)

Descripció: Cirratúlid amb el cos allargat, esmolat als extrems, i pot tenir més de 300 segments (Fig. 7.42). El prostomi és cònic, sense ulls ni apèndixs. Brànquies presents a partir del primer setíger. Cirrus tentaculars dorsals acanalats, un poc més gruixats que les brànquies, agrupats en dues àrees situades al voltant dels segments 6-7. Sedes aciculars i capil·lars presents en ambdues branques parapodials, les quals estan separades entre elles per una distància superior a la que separa la branca dorsal del punt d'inserció de les brànquies. L'espècie adquireix el color groc pàl·lid un pic fixada. En viu és de color groc ataronjat, amb les brànquies de color vermell intens.



Figura 7.42: *Cirriformia tentaculata*. La escala representa 4 mm (Foto D. Martin i João Gil).

#### Hàbitat:

Present en tot tipus de fons a on existeix una capa de sediment fi que permeti enterrar el cos, projectant a l'exterior únicament les brànquies i cirrus tentaculars. Viu enterrada en el sediment del sector del Poble i del Patatums, aquests darrers a més de 600 m a l'interior (Fig. 7.37).

Distribució: Espècie molt comú.

**Phylum CHORDATA**

**Classe Ascidiacea**

**Ordre Enterogona**

### Família Ascidiidae

#### *Phallusia ingeria* Traustedt, 1883

Descripció: Són solitaris sense tòrax ni abdomen, de colors blancs i translúcids (Fig. 7.43).

Hàbitat: A la cova des Coll és l'organisme sèssil que més penetra de cap a l'interior, fins assolir els 800 m respecte de la mar en el sector dels Autèntics i a més de 700 m en el sector dels Espectres (Fig. 7.37). Normalment es troba juntament amb



Figura 7.43: *Phallusia ingeria*. A la cova des Coll és l'organisme sèssil que més penetra de cap a l'interior, fins assolir els 800 metres respecte de la mar. Únicament no es localitza en el sector Final, ni tampoc a les zones més interiors del sector dels Autèntics.

l'esponja *Haliclona subtilis*. Únicament no es localitza en el sector Final, ni tampoc a les zones més interiors del sector dels Autèntics. A les galeries Corcades, més properes a la mar, no hi viuen a causa de la poca salinitat de l'aigua com a conseqüència de les infiltracions zenitals.

Distribució: És tan poc citada que encara no es té una idea de quina és la seva distribució ecològica. Possiblement si es revisen les *Phallusia* mediterrànies es trobaran més espècies de les nominalment descrites, però amb el que hi ha ara els exemplars de la gruta són *Phallusia ingeria*.



Figura 7.44: Primer centenar de metres del sector des Poble. Les parets estan recobertes per una gran densitat d'invertebrats filtradors que es desenvolupen bé a la cova per mor de l'elevada renovació de l'aigua.

## **Phylum MOLLUSCA**

### **Classe Gastropoda**

### **Ordre Neogastropoda**

### **Família Nassariidae**

#### ***Nassarius corniculus* (Olivi, 1792)**

Descripció: Conxa oval cònica, sòlida llisa amb algunes estries espirals a la base de la darrera volta, presentant de vegades plecs gruixats longitudinals, generalment a la base superior de la darrera volta. Obertura oval petita, escotada a la base; columel·la callosa i el labre amb petites dents per la part interna. La mida sol oscil·lar entre els 18 i 20 mm i el diàmetre de 8,5 a 9,5 mm. La coloració és variable des de marró clar

uniforme fins a negre. Els exemplars recol·lectats a la cavitat són negrosos amb puntuacions blanquinoses a la línia de sutura.

Hàbitat: Normalment viu a la regió meso-infralitoral en fons de roca i pot arribar a descendir fins als 120 m de fondària. A la cavitat únicament ha estat localitzada a cinc llocs al sector del Poble, fins a uns 200 m de distància de la mar. Sempre damunt del sediment (Fig. 7.37).

Distribució geogràfica: Espècie comuna en aigües salobreses de la Mediterrània i zona atlàntica de Portugal. De vegades és extremadament abundant fins a 1200 exemplars per m<sup>2</sup>.

### **Classe Bivalvia**

### **Ordre Pteriomorpha**

### **Família Mytilidae**

#### ***Mytilus edulis* Linnaeus, 1758**

Descripció: Conxa subtriangular, equivalva i un poc inflada, amb l'extrem apical angulós i un poc incurvat. Regió anterior molt més estreta que la posterior, que és ampla, aplanada i arrodonida. Costat dorsal recte i el ventral rectilini o una mica còncav. Superfície solcada per estries de creixement. Els musclos són de color i forma extremadament variable. No obstant això, predominen els exemplars de color negre blavós de vegades amb bandes radials, la zona interior blanquinosa anacarada, amb una zona blavosa. Les dimensions dels espècimens és molt variable en funció del biòtop en el que viuen. Aigües corrents en les quals hi ha més possibilitat de filtració donen exemplars més grans. Les dimensions a nivell mundial oscil·len entre 30 i 80 mm. Normalment, la majoria dels individus que es troben a la zona micromareal de les Balears no superen els 30 mm. Els exemplars estudiats a la cova són d'uns 90 mm de longitud, els de mida més gran coneguts de les Balears. Alguns autors han considerat distintes formes, subespècies o varietats de *Mytilus edulis* que han anomenat *Mytilus galloprovincialis*, *M. edulis galloprovincialis*, *M. edulis* forma *galloprovincialis*, que són considerades sinònimes.

Hàbitat: A Europa es troba per totes les costes, sobre substrats durs, adherida a les roques, des de la zona intermareal fins als 40 m de profunditat. Els exemplars de profunditat solen ésser més grans. A la cova des Coll es troba amb una extraordinària abundància recobrint el terra, sostre i parets als primers 120 m de la cavitat. S'ha de



tenir present la gran força que pot arribar a assolir l'aigua en aquesta zona de la cavitat (Fig. 7.37).

Distribució geogràfica: Per tot l'hemisferi boreal, viu a l'Atlàntic, al Mediterrani i també al Pacífic (Japó).

## **Ordre Heterodonta**

### **Família Cardiidae**

#### ***Cerastoderma glaucum* (Poiret, 1789)**

Descripció: Conxa sòlida equivalva de color blanc brut amb els extrems situats de cap el costat anterior. L'ornamentació consisteix en 25 a 26 costelles més o menys arrodonides, creuades per estries de creixement i separades per espais molt estrets i profunds. Les dimensions no solen sobrepassar els 40 mm de diàmetre anteroposterior, però aquest diàmetre pot ésser major i assolir els 50 mm.

Hàbitat: Viu enterrada als fons de sediments de la zona meso-infralitoral, a poca profunditat. Generalment en aigües salobroses, ja que és eurihalina. Per aquesta raó a on més abunda és als estuaris, albuferes i llacunes litorals. L'ambient que troba als primers 100 m de la cavitat és molt adequada per a l'espècie, ja que compta amb sediment fangós, forts corrents, salinitat variable i poca fondària (Fig. 7.37).

Distribució geogràfica: Viu des de Noruega fins al sud de Mauritània, oest d'Àfrica a la Mediterrània i a la mar Negra.

## **Ordre Pteriomorpha**

### **Família Ostreidae**

#### ***Neopycnodonte cochlear* (Poli, 1795)**

Descripció: Gènere amb la valva inferior molt profunda, sense plecs; valva dreta o superior més petita, còncava o plana i amb rues al davant. La seva forma és extremadament variable i depèn del substrat a on se situa. Color groc marró a violat, a l'interior amb una capa blanca iridiscent i taques brunes. Pot viure en solitari o en nombroses colònies. Fa, normalment, entre 40 i 50 mm de longitud.

Hàbitat: Viu fins als 250 m de profunditat, a menor profunditat es localitza a ambients esciòfils. Està citat de corals i grutes. A la cavitat està present al primer centenar de metres, especialment al sostre i parets i també aferrada als musclos (Fig. 7.37).

Distribució geogràfica: La seva distribució biogeogràfica va des del sud d'Islàndia fins a Angola, mar Roja, Madagascar i Pacífic (citada a les Illes Hawaii), penetrant dins la Mediterrània.

### **Ordre Heterodonta**

#### **Família Veneridae**

##### ***Paphia rhomboides* (Pennant, 1777)**

Descripció: Conxa equivalva, amb els vèrtexs desplaçats cap a la part anterior, de costat arrodonit al igual que la regió posterior. Costat dorsal arquejat. Valves convexes, sòlides amb la superfície creuada per cordons concèntrics aplanats que són més fins als costats. Espècie de coloració variable, generalment bruna amb taques i línies més clares i més fosques. La mida és molt variable (25-65 mm de longitud màxima).

Hàbitat: Es troba entre la grava o llims, des de la zona intermareal fins als 180 m de profunditat. A la cova des Coll és molt abundant els 120 primers metres, enterrat al fang (Fig. 7.37).

Distribució geogràfica: Viu des de Noruega fins al Marroc i penetra a la Mediterrània.

### **7.12.2. FAUNA CARCINOLÒGICA (Phylum CRUSTACEA)**

S'ha mostrejat mitjançant dues tècniques: 1- pesques amb xarxes de plàncton (confeccionades amb teixit de nyal de 64 µm de llum de malla) amb les quals es filtra l'aigua mentre es busseja. 2- pesques amb una vintena de nanses numerades (confeccionades amb pots de plàstic i malla de nyal) utilitzant fuet o formatge com a esquer, que es deixen a la cavitat normalment entre tres dies i una setmana.

Les captures s'han efectuat per sectors concrets i a fondàries determinades per poder caracteritzar la fauna de les diferents zones de la cavitat. El material capturat amb la xarxa es fixava amb formol a les diverses cambres d'aire repartides a diferents zones de la cova, per poder així diferenciar millor la fauna present als sectors i optimitzar l'estudi carcinològic. Les captures provinents de les nanses es fixaven després de filtrar-les amb l'ajut d'una petita xarxa de plàncton i d'anotar la procedència de la mostra. El material recollit s'ha identificat al laboratori de l'Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (IMEDEA), mitjançant lupa binocular i microscopi equipat amb contrast

Espècie	Rang Salinitat	Estigobiont	Endemisme	Espècie nova
<b>LEPTOSTRACA</b>				
<i>Nebalia trausi</i> Risso, 1826	≥ 34 ‰			
<b>DECAPODA</b>				
<i>Palaemon serratus</i> (Pennant, 1777)	≥ 34 ‰			
<b>AMPHIPODA</b>				
<i>Bogidiella</i> sp. nov.	≥ 33 ‰	X	X	X
<i>Maera</i> sp. nov.	≥ 34 ‰	X	X	X
<i>Salentinella angelieri</i> Ruffo & Delamare, 1952	8-25‰	X		
<b>ISOPODA</b>				
<i>Typhlocirolana moraguesi</i> Racovitza, 1905	8-37‰	X	X	
<b>MYSIDACEA</b>				
<i>Heteromysis</i> sp.	25-37‰			
<b>THERMOSBAENACEA</b>				
<i>Tethysbaena scabra</i> Pretus, 1991	8-34‰	X	X	
<b>COPEPODA CALANOIDA</b>				
<i>Pseudocyclops</i> sp.	≥ 34 ‰			
<i>Exumella mediterranea</i> Jaume & Boxshall, 1995	≥ 34 ‰	X		
<i>Paramisophria</i> sp. nov.	≥ 34 ‰	X	X	X
<i>Stephos margalefi</i> Riera, Vives & Gili, 1991	≥ 30 ‰	X	X	
<i>Stephos</i> sp. nov.	8-37‰	X	X	X
<i>Acartia</i> sp.	≥ 34 ‰			
<b>COPEPODA MISOPHRIOIDA</b>				
<i>Speleophriopsis balearicus</i> Jaume & Boxshall, 1996	8-23‰	X	X	
<i>Speleophria gymnesica</i> Jaume & Boxshall, 1996	≥ 34 ‰	X	X	
<b>COPEPODA CYCLOPOIDA</b>				
<i>Euryte longicauda</i> Philippi, 1843	≥ 34 ‰			
<i>Halicyclops troglodytes</i> Kiefer, 1954	8-23‰	X		
<i>Protoneocyclops mediterraneus</i> (Kiefer, 1960)	≥ 34 ‰	X		
<i>Cyclopina esilis</i> Brian, 1938	≥ 34 ‰			
<i>Muceddina multispinosa</i> Jaume & Boxshall, 1996	≥ 34 ‰	X		
<i>Pterylopsyllus</i> sp.	≥ 34 ‰			
<i>Oithona</i> sp.	≥ 34 ‰			

Figura 7.45: Crustacis aquàtics presents a la cova des Coll. S'indica si es tracta d'animals típicament cavernícoles (estigobionts) i també si es tracta d'endemismes Balears o d'espècies noves per a la Ciència. A més, s'indica també el seu espectre de tolerància a la salinitat. *Bogidiella* sp. és *Racovella* gen. nov. *birramea* sp. nov. Jaume, Boxshall & Gràcia, 2007 i *Stephos* sp. nov. és *Stephos vivesi* sp. nov. Jaume, Boxshall & Gràcia, 2008.

diferencial. Una vegada determinat el material es procedia a l'elaboració de mapes zonals de distribució dels crustacis.

S'han censat a la cavitat un mínim de 29 espècies (Fig. 7.45) que pertanyen a grups tan diversos com leptòstracis, decàpodes, amfípodes, isòpodes, misidacis, termosbenacis, copèpodes calanoids, misofrioids i ciclopoids. Cins espècies corresponents a copèpodes harpacticoides, i una a un ostràcode no han estat

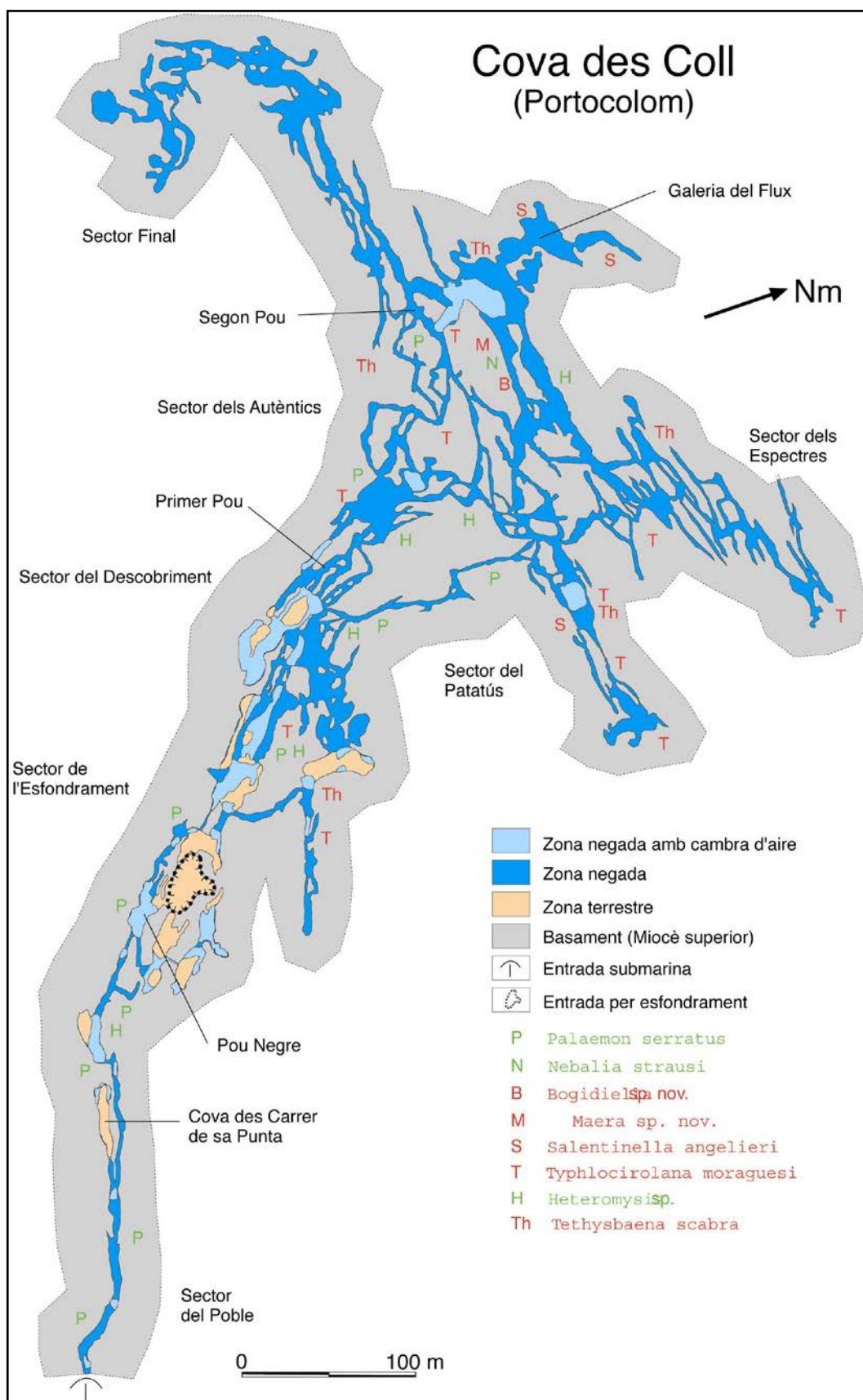


Figura 7.46: Distribució dels crustacis Malacostraca.



determinades. Quatre de les espècies trobades són noves per a la Ciència, i es troben en curs de descripció formal; dues d'elles, no es coneixen fins ara enlloc més del món que a la cova des Coll. Nou de les espècies (39 % del total) són endèmiques de les Balears.

Trobam a la cova dos grups de crustacis ben diferenciats: les espècies estigobionts (habitants exclusius del medi aquàtic subterrani) (un 61 % de les espècies) i les espècies d'hàbits obscurícoles (preadaptades a la vida en les cavernes), que utilitzen les coves opcionalment i que poden viure en aigües obertes. La cavitat és per a elles una prolongació terra endins de la mar (Fig. 7.45).

El primer grup el formen els amfípodes *Racovella* gen. nov. *birramea* sp. nov., *Maera* sp. nov. i *Salentinella angelieri*; l'isòpode *Typhlocirolana moraguesi*; el termosbenaci *Tethysbaena scabra*; els copèpodes calanoides *Exumella mediterranea*, *Paramisophria* sp. nov., *Stephos margalefi* i *Stephos vivesi* sp. nov.; els copèpodes misofrioides *Speleophriopsis balearicus* i *Speleophria gymnesica* i els copèpodes ciclopoides *Halicyclops troglodytes*, *Protoneocyclops mediterraneus* i *Muceddina multispinosa*.

El segon grup està format per el leptostraci *Nebalia strausi*, el decàpode *Palaemon serratus*, el misidaci *Heteromysis* sp., els copèpodes calanoides *Pseudocyclops* sp i *Acartia* sp., i els copèpodes cyclopoides *Euryte longicauda*, *Cyclopina esilis*, *Pteryropsyllus* sp. i *Oithona* sp. *Heteromysis* sp ateny a la cavitat densitats poblacionals elevades, concentrant-se a tots els sectors de la gruta exceptuant les galeries més interiors dels sector dels Espectres, del sector dels Autèntics i tot el sector Final. La gamba *Palaemon serratus* també es localitza a tots els sectors de la cova més propers o d'influència més marina, exceptuant les galeries del sector dels Espectres, les més interiors del sector dels Autèntics i del sector del Patatums i tot el sector Final. La seva abundància és inversament proporcional a la distància a la mar (Figs.7.46, 7.53 i 7.55). Tots aquests animals marins es localitzen invariablement als sectors de la cavitat amb major influència marina.

### **Espècies de crustacis trobades a la cavitat**

#### **Phylum CRUSTACEA**

#### **Classe Malacostraca**

#### **Ordre Leptostraca Claus, 1880**

#### ***Nebalia strausi* Risso, 1826**

Es tracta d'una espècie oculada, detritívora i necròfaga amb una distribució geogràfica general que comprèn el Mediterrani occidental (Golf de Nàpols, Cadaquès) així com també la costa atlàntica ibèrica. És la primera citació de l'espècie a les Balears (Fig. 7.46). La citació recent de *Nebalia* sp. a la cova Genovesa correspon també a aquesta espècie. A la cova des Coll s'ha pescat a salinitats que superen el 34 ‰.

### **Ordre Decapoda Latreille, 1803**

#### ***Palaemon serratus* (Pennant, 1777)**

Aigües tant marines com salabroses, i penetra freqüentment dins les cavitats amb connexió més o menys directa amb la mar. Es troba amb molta freqüència. Pertany a la família Palaemonidae, és una de les gambes més comunes del nostre litoral, ocupant les cavitats submarines de l'Atlàntic i Mediterrani. A l'estudi efectuat en dues coves submarines (Sa Catedral i la cova J-1) del litoral NE de Mallorca (GILI & MACPHERSON, 1987) va ésser una de les espècies més habituals, observant-se sempre a les zones més fosques o al límit de la zona fòtica. A la cova Genovesa ha estat citada a les sales amb major influència marina. A la cova des Coll també va ésser citada a diverses galeries i sales, fins i tot esporàdicament localitzada fins a quasi 1 quilòmetre terra endins (GRÀCIA *et al.*, 1997) (Fig. 7.46), dins salinitats que superen sempre el 34 ‰.

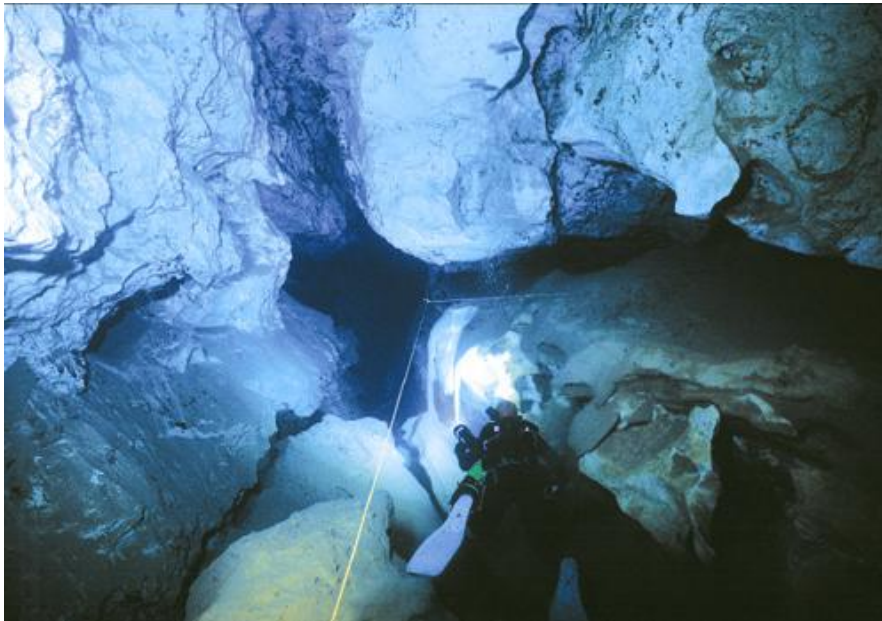


Figura 7.47: Galeria dels Espectres. A les capes d'aigua més fondes de la cavitat s'han trobat el major nombre d'espècies de crustacis estigobionts. Algunes d'elles són noves espècies endèmiques i troglòbies per a la ciència.

## Ordre Amphipoda Latreille, 1816

*Racovella* gen. nov. *birramea* sp. nov. Jaume, Boxshall & Gràcia, 2007

Gènere i espècie nova per a la Ciència. Només s'ha recol·lectat un únic exemplar de 1.47 mm, cec i despigmentat, capturat a uns 400 metres l'interior de la cavitat. El nom específic fa referència a la condició birramea dels pleòpodes, una característica sense precedents fins al present en els bogidièl·lids de les Balears. Bogidiellidae és una família estrictament estigobiont, que compta a les Balears amb 2 espècies: *Bogidiella balearica* Dancau, 1973, pròpia dels llacs anquihalins de Mallorca i Cabrera, *Bogidiella torrenticola* Pretus & Stock, 1990, del medi intersticial de la desembocadura

del torrent de Pareis. Aquest nou gènere estigobiont per a la ciència, ha estat capturada únicament a la galeria de les Esponges, a salinitats que superen el 33 ‰ (GRÀCIA *et al.*, 2005; JAUME *et al.*, 2007). El nom del nou gènere és en honor del zoòleg rumà Racovitza, en la commemoració del centenari del seu viatge exploratori biospeleo-

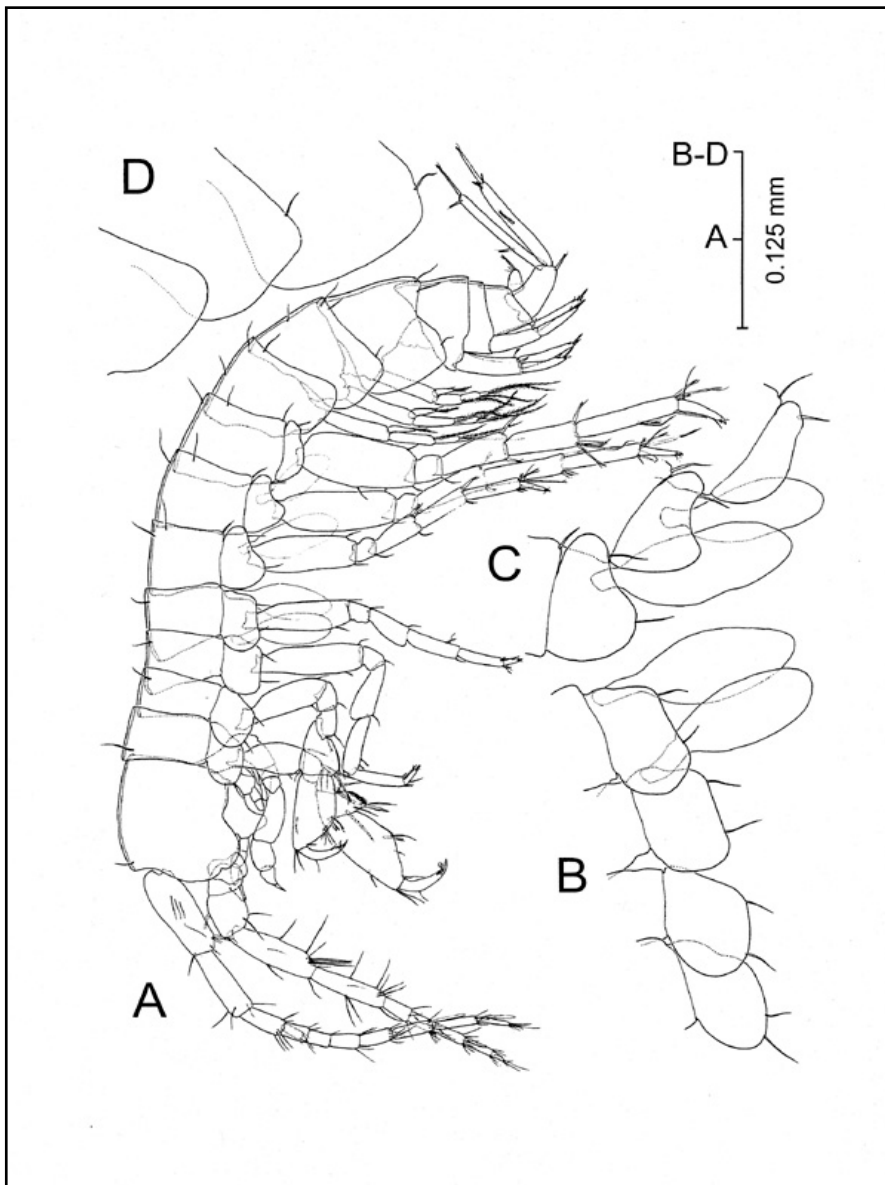


Figura 7.48: *Racovella* gen. nov. *birramea* sp. nov. Jaume, Boxshall & Gràcia, 2007. Gènere i espècie nova per a la Ciència. Únicament trobat a la cova des Coll.

lògic a Mallorca (1904).

*Maera* sp. nov.

Espècie nova d'aquest gènere d'amfí-podes marins pertanyent a la família Meliti-dae, ben repre-sentat a les aigües costeres del Mediterrani. És micro-ocula-da i, com la espècie anterior-ment smentada, es troba en fase de descripció formal. Ha estat capturada únicament a la galeria de les Esponges (Fig. 7.46) a salinitats que superen el 33 ‰.

*Salentinella angelieri* Ruffo & Delamare, 1952

Amfípode estigobiont, únic representant a les illes dels Salentinellidae, família estrictament estigobiont i circummediterrània. L'espècie viu en aigües moderadament



salabroses (fins a 18 ‰ de salinitat) o fins i tot totalment dolces de pous i coves; es coneix també de sediments no consolidats de rius. Presenta una àmplia distribució per zones litorals de la regió mediterrània, on és l'habitant més comú de les coves anquihalines; està present a totes les illes de l'Arxipèlag. Relativament freqüent a les capes superiors de la columna d'aigua de la cova Genovesa. Ateny a la cova des Coll densitats poblacionals importants localment i estacional, depenent de les zones on flueix aigua de menor salinitat (galeria del Flux i

Figura 7.49: Les aigües de les zones més profundes de la cavitat és a on ha sortit el nou gènere.



sala Tancada, als sectors dels Autèntics i del Patatums respectivament, Fig. 7.46). No ha estat observada ni capturada quan no circulava aigua de menor salinitat dins la galeria del Flux en direcció a la sala Benvinguda (això és, als mesos d'estiu i tardor abans de les pluges). Per contra als moments que circulava l'aigua pel sostre, s'ha observat per tota la galeria, a les proximitats de la picnoclina tant per damunt com per davall, amb valors de salinitat que van del 8 al 25 ‰.



Figura 7.50: Femella ovígera de l'isòpode endèmic estigobiont *Typhlocirolana moraguesi* (Foto: M. Vadell).

### **Ordre Isopoda Latreille, 1817**

#### ***Typhlocirolana moraguesi* Racovitza, 1905**

Isòpode Cirolanidae estigobiont endèmic balear (citat únicament de Mallorca, Menorca, Cabrera i sa Dragonera). Va ésser descrit a principis del segle passat a partir de material capturat a les coves del Drac de Portocristo (RACOVITZA, 1905). Comú a la galeria dels Myotragus de la cova Genovesa, on sovint es veuen nedant. Ha estat observada freqüentment a la cova des Coll (Fig. 7.50). Els sectors a on és més abundant són el sector del Descobriment, sector del Patatums, sector dels Autèntics i sector dels

Espectres. No s'ha localitzat als sector del Poble ni al sector Final (Fig. 7.46). S'ha observat a totes les profunditats, entre 8 i 37 ‰ desalinitat.

### **Ordre Mysidacea Boas, 1883**

#### ***Heteromysis* sp.**

Es tracta d'un gènere molt diversificat, amb 74 espècies descrites en aigües tropicals i temperades de tot el Globus, 6 d'elles al Mediterrani. És el primer registre del gènere a les Balears, si bé fa deu anys el vàrem capturar també a les coves de Cala Varques, a Manacor, citació que ha romàs inèdita. Els misidacis oculats de coves submarines solen realitzar migracions diàries que els porten a fora de les cavitats durant la nit per alimentar-se, i tornar de dia als seus refugis subterranis, on atenyen elevades densitats poblacionals. Les sales i galeries de la major part de la cavitat estan ocupades per denses poblacions d'un *Heteromysis* encara no determinat a nivell específic, exceptuant els sectors més interiors (Figs. 7.46 i 7.51). La salinitat on s'ha trobat està compresa entre 25 i 37 ‰.



Figura 7.51: *Heteromysis* sp., misidaci abundantíssim a molts sectors de la cavitat (Foto: M. Vadell).

### Ordre Thermosbaenacea Monod, 1927

#### *Tethysbaena scabra* (Pretus, 1991)

Espècie estigobiont d'aquest rar ordre de crustacis peracàrids, endemisme Gimnèsic s'ha citat a Mallorca i illots pròxims (Cabrera, sa Dragonera), així com també a Menorca (Fig. 7.52). Es coneix una altra espècie ibèrica del gènere a la península. A Mallorca únicament es localitza a les aigües subterrànies de les regions costaneres influenciades per la mar. És típica de les picnoclines dels llacs anquihalins, on neda activament. S'ha trobat a la cova Genovesa on es concentra en abundància a la picnoclina d'una sala a on probablement s'alimenta dels flòculs de bacteris en suspensió que enllà es desenvolupen. Pot resistir concentracions molt baixes d'oxigen dissolt. A la cova des Coll ha aparegut als sectors més interiors (Fig. 7.46), a salinitats compreses entre el 8 i el 34 ‰.



Figura 7.52: El termosbenaci *Tethysbaena scabra*, estigobiont endèmic (Foto: M. Vadell).

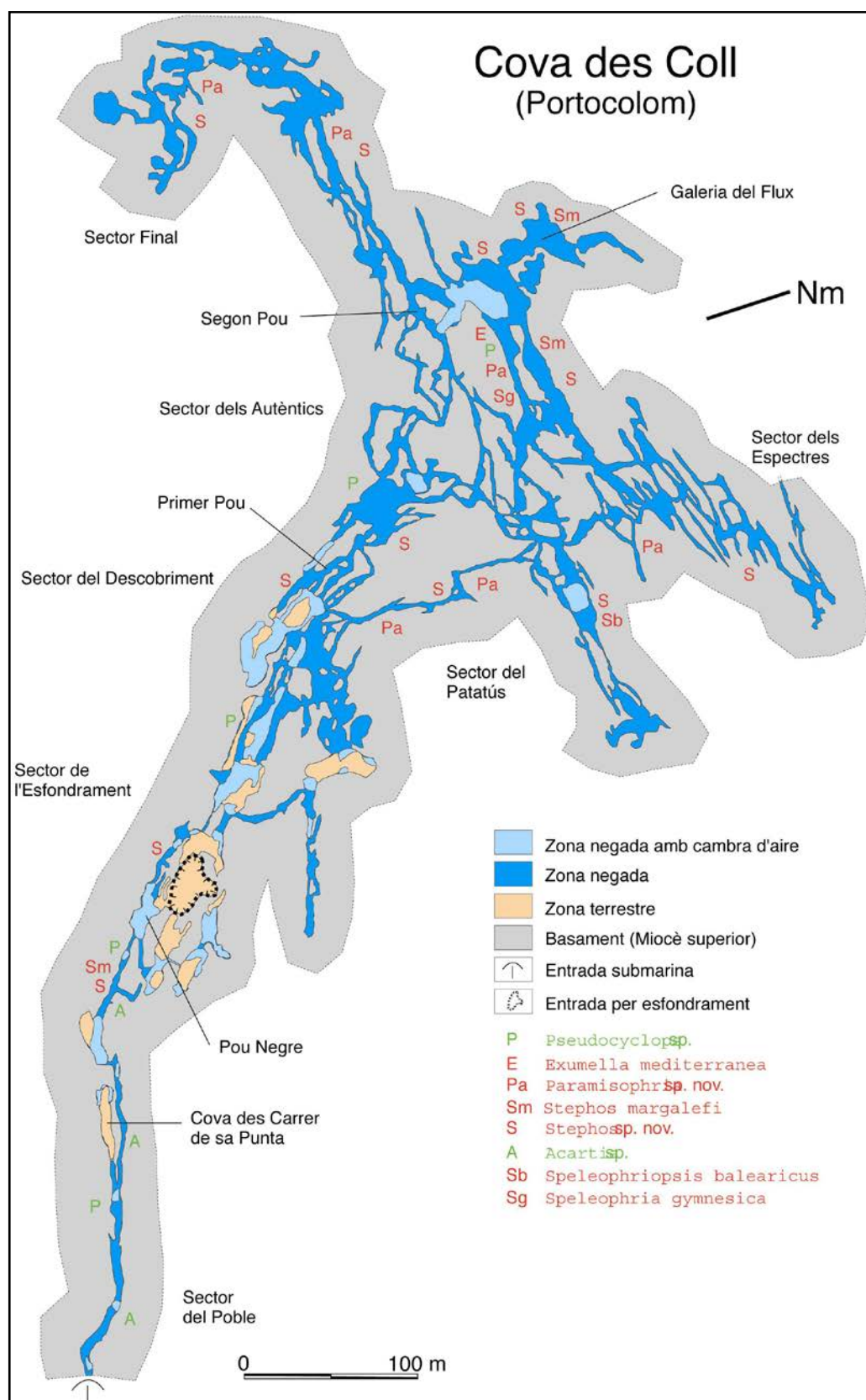


Figura 7.53: Distribució dels crustacis copèpodes Calanoida i Misophrioida. *Stephos* sp. nov. és *Stephos vivesi* sp. nov. Jaume, Boxshall & Gràcia, 2008.



## **Classe Maxillopoda**

Subclasse Copepoda Milne-Edwards, 1840

### **Ordre Calanoida**

*Pseudocyclops* sp.

Pseudocyclopidae.

No s'ha classificat a nivell d'espècie, essent un gènere típic del suprabentos litoral. S'han registrat varies espècies al Mediterrani. Trobat en gran part de la cova des Coll, a les cotes de salinitat superiors al 34 ‰ (Fig. 7.53).

### ***Exumella mediterranea* Jaume & Boxshall, 1995**

Dels Ridgewayiidae s'ha trobat a la cavitat l'espècie troglobia *Exumella mediterranea* Jaume & Boxshall, 1995, coneguda de coves submarines i anquialines de Mallorca, Menorca i Cabrera (cova de na Barxa -Capdepera-, cova del Dimoni -Manacor- i la cova de sa Llumeta -illa de sa Conillera a Cabrera-), a la vegada que també de Sardenya (JAUME & BOXSHALL, 1995a) i coves submarines de l'entorn de Marsella, en el sud de França. Es coneixen espècies vicariants a coves de Canàries, Bermuda, Bahamas, Jamaica, Yucatán i Filipines. A la cova des Coll només s'ha capturat a la galeria de les Esponges, amb salinitats superiors al 34 ‰ (Fig. 7.53).

### ***Paramisophria* sp. nov.**

Coneguda també d'altres cavitats de la costa sud-est de Mallorca i Cabrera. Les *Paramisophria* són copèpodes bentònics depredadors de cos asimètric a la manera dels peixos pleuronectiformes, consumint principalment altres copèpodes. *Paramisophria mediterranea* Jaume, Cartes & Boxshall, 2000 s'ha descrit d'una única cova submarina mallorquina mentre que la espècie caribenya *Paramisophria ammophila* Fosshagen ha estat identificada a una cova submarina de Menorca. A la cova des Coll s'ha capturat als sectors més interiors (Fig. 7.53), a salinitats superiors al 34 ‰.

### ***Stephos margalefi* Riera, Vives & Gili, 1991**

Espècie endèmica propi de coves submarines i anquihalines de Mallorca i Cabrera. Fou descrita de la part més fonda d'una cova submarina de Capdepera (RIERA *et al.*, 1991), si bé a l'actualitat es coneix d'altres coves anquihalines de la costa i sembla que té una distribució molt més àmplia, si bé circumscrita a les Gimnèsies (obs.

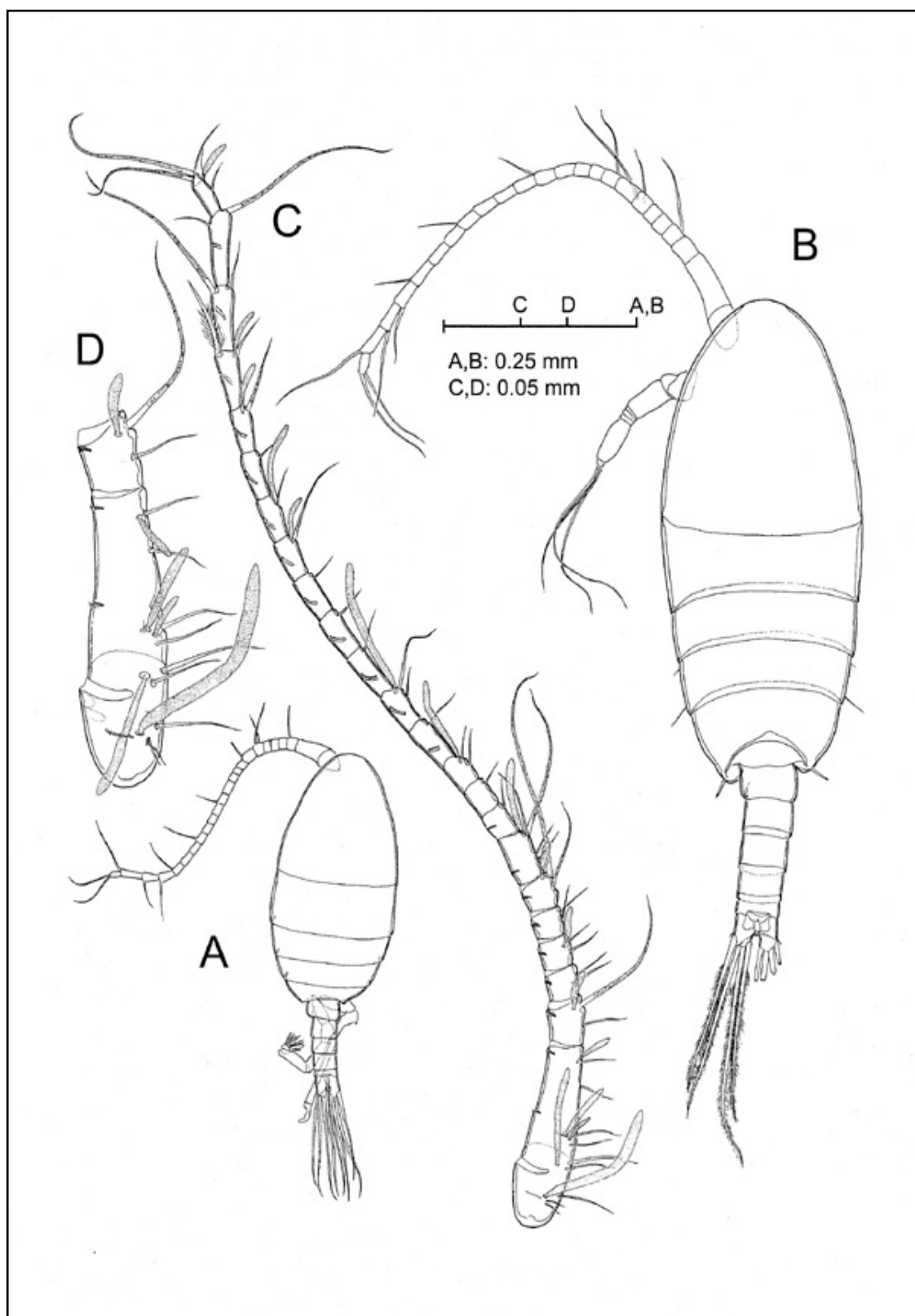


Figura 7.54: Espècies endèmiques, A) *Stephos margalefi*, propi de coves submarines i anquialines de Mallorca i Cabrera i B) *Stephos vivesi* sp. nov. Jaume, Boxshall & Gràcia, 2008.

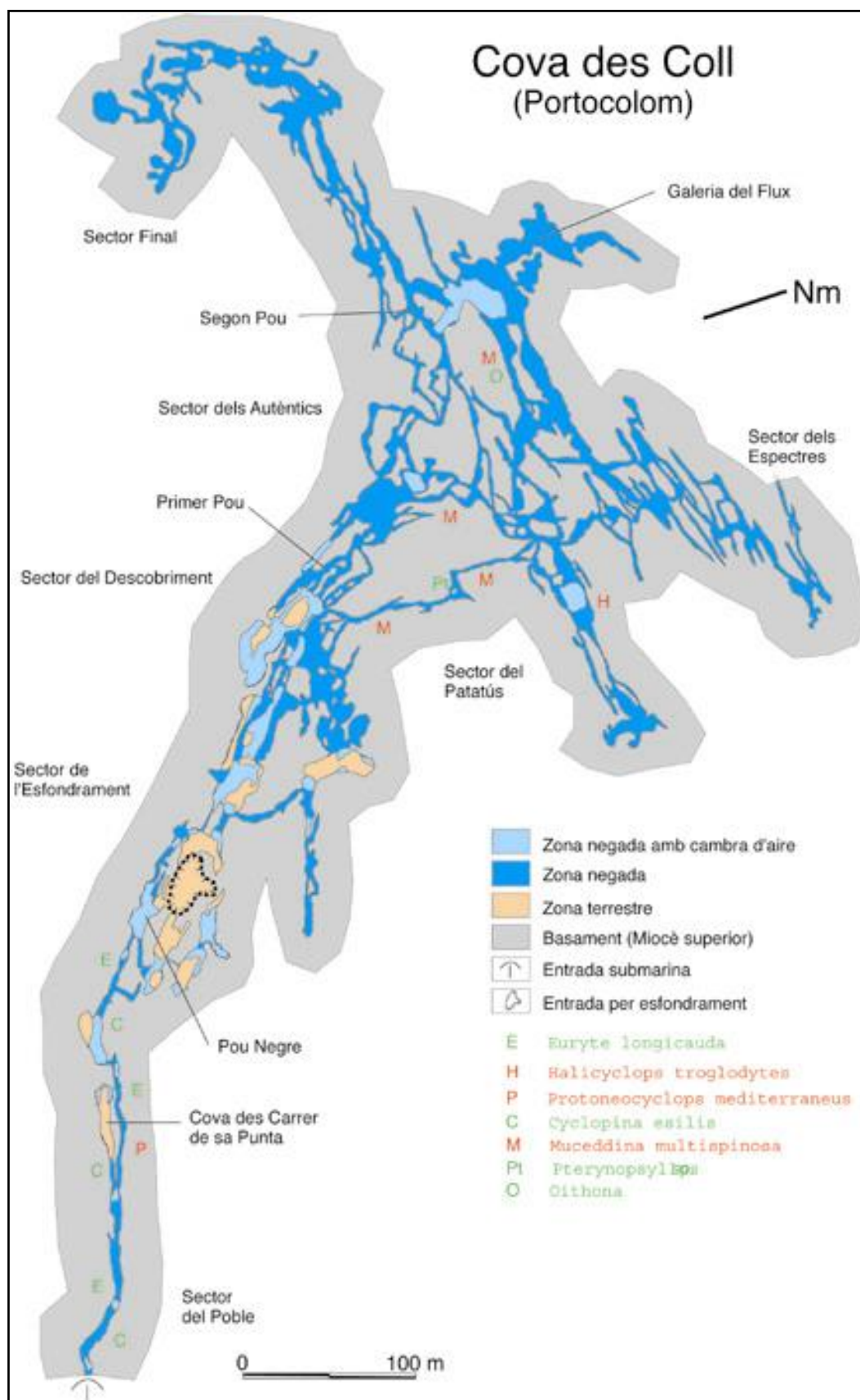


Figura 7.55: Distribució dels crustacis copèpodes Cyclopoida.

pers.). *Stephos margalefi* ha estat capturada a sectors molt diversos (a la part més interior del sector del Poble, a la galeria dels Espectres del sector dels Espectres i a la galeria del Flux del sector dels Autèntics. Fig. 7.53). Ha estat capturada a les pesques des de -2 m fins a -11 m, a salinitats superiors sempre al 30‰.

***Stephos vivesi* sp. nov.** Jaume, Boxshall & Gràcia, 2008

La nova espècie exhibeix una configuració externa del sistema genital femení que és únic per al gènere *Stephos* i la família Stephidae. La resta de les espècies descrites posseeixen un únic opércul genital que cobreix ambdues obertures genitals. L'espècie demostra una distribució prou uniforme a la cavitat, i es troba per igual a les galeries i sales afectades pels corrents de marea i també a les zones d'aigües permanentment estratificades. Sembla ésser relativament eurihalina, ja que no evita les zones de baixa salinitat de la columna d'aigua, i ocupa també les capes explorades més profundes. A la cavitat les dues espècies (*S. vivesi* i *S. margalefi*) coexisteixen a les galeries més dinàmiques hidrològicament, a on els períodes d'intrusió marina alternen amb els períodes de drenatge subterrani cap a la mar. Les galeries més interiors, permanentment estratificades i lliures d'invertebrats filtradors sèssils, semblen estar ocupades només per la nova espècie. Hi ha una notable diferència de mida del cos entre les dues espècies, per la qual cosa podem deduir la repartició dels recursos entre ambdues.

La nova espècie del mateix gènere que apareix simpàtrica amb l'anterior a les sales més properes a la mar, però que s'endinsa en solitud fins als trams més allunyats d'aquesta. Es caracteritza per llur mida diminuta (devers 0.5 mm), així com per la peculiar morfologia del cinquè parell de potes masculines, coneguda fins ara sols a un grup de 5 espècies del gènere acantonades a l'oceà Pacífic. S'ha descrit a partir dels 126 exemplars trobat en aquesta cavitat. *Stephos vivesi* presenta a la cavitat un ventall de distribució molt més ampli que l'espècie anterior del mateix gènere. S'ha pescat en moltes galeries del sector del Poble, sector de s'Esfondrament, sector del Descobriment, sector dels Autèntics, sector dels Espectres i sector Final (Fig. 7.53). A fondàries de 0 a 11 m que corresponen a salinitats que van dels 8 a 37 ‰. El nom de l'espècie s'ha posat en honor del pioner de l'estudi dels copèpodes, el Dr Francesc Vives Galmés, en commemoració del seu 80 aniversari.



*Acartia* sp.

Acartiidae. No s'ha classificat a nivell d'espècie, essent un gènere típic del plàncton nerític, s'han registrat varies espècies al Mediterrani. Capturat únicament al sector del Poble (Fig. 7.53), dins salinitats similars a la marina.

### **Ordre Misophrioida**

S'han trobat 2 espècies d'aquest ordre a la cavitat, totes dues pertanyents a la família Speleophriidae. Aquesta és raríssima i pràcticament restringida al medi anquialí, havent-se citat en el Mediterrani únicament a una cova sarda, i recentment a un altre de Gibraltar, a part de a les Balears.

#### ***Speleophriopsis balearicus* Jaume & Boxshall, 1996**

S'ha citat a Mallorca, Menorca i Cabrera, a vegades en simpatria amb l'espècie *Speleophria gymnesica*. Compta amb congèneres a coves de Bermuda, Lanzarote i les illes Palau (Pacífic NW), així com amb una població innominada a Gibraltar. Tant *Speleophria* com *Speleophriopsis* es capturen rarament en tot el seu àmbit de distribució. A la cova des Coll ha estat capturada a la sala Tancada (sector del Patatums) en aigües superficials i entre 8 i 23 ‰ de salinitat (Fig. 7.53).

#### ***Speleophria gymnesica* Jaume & Boxshall, 1996**

Era coneguda a un parell de coves de Mallorca i un altre de Menorca; compta amb altres dos congèneres, un a Bermuda i l'altre a Austràlia nordoccidental, així com poblacions innominades a coves de Gibraltar, República Dominicana i el Yucatán (Mèxic). Ocupa les parts més profundes de salinitat marina de les cavitats. A la cova des Coll ha estat capturada únicament a la galeria de les Esponges a salinitat superior al 34 ‰ (sector dels Autèntics, Fig. 7.53).

### **Ordre Cyclopoida**

#### ***Euryte longicauda* Philippi, 1843**

Cyclopidae. (Euryteinae), espècie típicament suprabèntica d'àmplia distribució (tots els mars europeus incloent-hi l'Àrtic i la costa oriental de Groenlàndia), freqüent també a coves submarines mallorquines. A la cova des Coll ha estat capturada només al sector del Poble en salinitat similar a la marina (Fig. 7.55).

***Halicyclops troglodytes* Kiefer, 1935**

Espècie d'aigües subterrànies salabroses. És un dels copèpodes més freqüents a les coves anquialines mallorquines. S'ha citat del sud de França, Sardenya, Grècia i costes del Sàhara, a banda de les Balears. A la cova des Coll ha estat capturada només a la sala Tancada (sector del Patatums, Fig. 7.55), en salinitats de l'ordre d'entre 8 i 23 ‰.

***Protoneocyclops mediterraneus* (Kiefer, 1960)**

Halicyclopinidae. Rara espècie descrita originalment d'una cavitat menorquina i trobada ulteriorment a una cova del sud d'Itàlia i a la cova "C" de Cala Varques, a Manacor. A la cova des Coll ha estat capturada només al sector del Poble (Fig. 7.55), a una salinitat similar a la marina.

***Cyclopina esilis* Brian (Jaume i Boxshall, 1996b)**

Cyclopinidae. La primera coneguda de varies localitats de la Mediterrània, mar Negra i costes atlàntiques europees fins al Canal de la Mànega, i comuna a coves submarines mallorquines. A la cova des Coll ha estat capturada només al sector del Poble (Fig. 7.55) dins salinitat similar a la mar.

***Protoneocyclops mediterraneus* (Kiefer, 1960)**

Halicyclopinidae. Rara espècie descrita originalment d'una cavitat menorquina i trobada ulteriorment a una cova del sud d'Itàlia i a la cova "C" de Cala Varques, a Manacor. A la cova des Coll ha estat capturada només al sector del Poble (Fig. 7.55), a una salinitat similar a la marina.

***Cyclopina esilis* Brian (Jaume i Boxshall, 1996b)**

Cyclopinidae. Espècie coneguda de varies localitats de la Mediterrània, mar Negra i costes atlàntiques europees fins al Canal de la Mànega, i comuna a coves submarines mallorquines. A la cova des Coll ha estat capturada només al sector del Poble (Fig. 7.55) dins salinitat similar a la mar.

***Muceddina multispinosa* Jaume & Boxshall, 1996**

Gènere monotípic de distribució restringida a coves de Mallorca i Cabrera, Cappel Caccia a la costa NW de Sardenya, i el tub volcànic dels Jameos del Agua, a Lanzarote. A la cova des Coll ha estat capturada als sectors interiors (Fig. 7.55), a salinitats superiors al 34‰.

***Pteryropsyllus* sp.**

No s'ha determinat a nivell específic, però hi ha al menys un congènere descrit al golf de Nàpols; es troba en estudi. A la cova des Coll s'ha localitzat a la galeria dels Encomanats a Déu (sector del Patatums, Fig. 7.55) a salinitats superiors al 34‰.

***Oithona* sp.**

Oithonidae. La cavitat estotja una població d'*Oithona* sp., gènere típic del plàncton nerític i extremadament diversificat. Es troba especialment a badies i ports. Hi ha nombroses espècies citades al Mediterrani. Ha estat pescada a la cova des Coll a la galeria de les Esponges (sector dels Autèntics, Fig. 7.55) a salinitats superiors al 34‰.

### **7.11.3. PRESENCIA D'ANGUILES (*Anguilla anguilla*)**

Han estat observades al llarg de tot l'any, de mides compreses entre els 10 cm fins als 100 cm. Des de la mar fins al segon Pou (sector dels Autèntics), a uns 900 m a l'interior de la cavitat; també fins a la galeria de les Esponges i la sala Tancada. La major part de les vegades s'han localitzat a les cambres d'aire, als pous o a les proximitats.

## **7.12. Impactes que afecten a la cavitat: pressió urbanística i abocaments d'aigües residuals**

La localització de l'entrada terrestre de la cova, just al límit del nucli urbà, fa perillar la seva conservació, assimilada pels processos urbanístics que segueixen construint al damunt de la cavitat (Fig. 7.5). La propietat d'un solar ens va demanar la col·laboració per evitar que la galeria de les Gambes es ves afectada per les obres d'un bloc de pisos. També la cova, molt a prop de l'entrada submarina (inici del sector del Poble), ha sofert amenaces urbanístiques per la venda d'un habitatge de planta baixa situada damunt la cavitat. L'objectiu era enderrocar-la i poder-hi fer els fonaments d'una casa de tres altures que afectarien a les galeries, amb només 2 m de potència de

roca. L'Ajuntament, una vegada assabentat de la problemàtica i la necessitat de protegir la cavitat (figura al llistat de llocs d'interès comunitari de la Comunitat Europea) ha tingut una resposta satisfactòria. Va exigir a la propietat que es posàs en contacte amb nosaltres i que construís mitjançant tècniques que evitassin que afectàs la cavitat. També es va sol·licitar que es clausurés el pou negre que afecta a la cova (sala del Pou Negre), cosa que la propietat del bloc de pisos encara no ha complit, per la qual cosa ens vérem obligats a efectuar la corresponent denúncia a la Conselleria de Medi Ambient. És del tot necessari que hi hagi un pla de gestió territorial dels terrenys situats damunt la cavitat per evitar que possibles obres d'urbanització afectin a la cova.



Figura 7.56: La sala del Pou Negre es troba a la part final del sector del Poble. Les aigües fecals i residuals aboquen directament dins la sala per un forat de devers 50 cm que es troba al sostre, uns metres més endavant d'on es troba l'espeleòleg amb el casc vermell.



## 8. LA COVA DE SA GLEDA I. SECTOR CLÀSSIC, SECTOR DE PONENT I SECTOR CINC-CENTS (Manacor): GEOMORFOLOGIA, ESPELEOGÈNESI, SEDIMENTOLOGIA I HIDROLOGIA

### 8.1. Introducció

La cavitat està situada a la marina de Manacor, a la possessió de Son Josep Nou, a 36 m sobre el nivell del mar i a una distància aproximada del litoral de 1,7 km (Fig. 8.1). Les seves coordenades UTM són: 523805 / 4372315 – 36. La cavitat està emplaçada dins zona d'Àrea Rural d'Interès Paisatgístic (ARIP) i és un Lloc d'Interès Comunitari (LICs) conforme als criteris generals establerts per el Consell d'Europa, a la convenció de Berna sobre la conservació dels hàbitats naturals (recomanació especial num. 36 del Comitè Permanent -1992- concernent als animals i als hàbitats subterranis) (PONS *et al.*, 2001). El complex subterrani, juntament amb les dolines d'esfondrament (relacionades amb la pròpia cavitat), així com el conjunt càrstic de la zona de Son Josep,



Figura 8.1: Figura 1: Localització de la cova de sa Gleda



Figura 8.2: Vista hivernal de la sala d'entrada amb les figueres desproveïdes de fulles i el terra cobert de briòfits.

Cala Varques i Can Frasquet, fan d'aquesta zona una part fonamental del patrimoni natural mallorquí ja que representa un elevat interès paisatgístic, científic, naturalístic i cultural. Part de l'interès que posseeix està en la singularitat d'aquesta gran cavitat litoral de la zona de mescla, que de moment és la de major recorregut subaquàtic d'Europa amb aquesta gènesi. Les dimensions volumètriques d'algunes sales i galeries són impressionants a nivell mundial. Les formacions que presenta tant primàries o de corrosió, com secundàries o de precipitació, són d'una gran bellesa, diversitat i interès científic.

La cova es desenvolupa dins els nivells de la Unitat d'Esculls del Miocè superior, formada per calcarenites bioclàstiques amb acumulació de restes de mol·luscs; són els materials més carstificables. Per damunt es troba el nivell del complex de manglars, que presenta una potència aproximada d'uns 6 m i sobre aquest es disposa la unitat Oolítica, ambdós del Complex Terminal (Calcàries de Santanyí), més uniforme i superior als 10 m de potència. Aquesta capa superior forma els primers metres de l'esfondrament que ha permès l'obertura a l'exterior de la xarxa subterrània (FORNÓS *et al.*, 1989).

S'ha pogut realitzar una primera fase de l'estudi interdisciplinari de la cavitat gràcies al projecte d'investigació sufragat per l'Obra Social de "SA NOSTRA", Caixa de Balears, dins la convocatòria d'ajuts per a projectes de Conservació de la Biodiversitat 2007 (GRÀCIA *et al.*, 2007). Actualment s'està realitzant una segona fase d'estudi de la cova gràcies a un nou projecte d'investigació sufragat per l'Obra Social de "SA NOSTRA", Caixa de Balears, dins la convocatòria d'ajuts per a projectes de Conservació de la Biodiversitat 2009. Els resultats, encara inèdits, són espectaculars i afegeixen una nova perspectiva de la cavitat.

## 8.2. Història resumida de les exploracions

**1974** - S'efectua la topografia de la sala d'Entrada per part d'espeleòlegs de l'Speleo Club Mallorca (SCM) l'any 1974 (FORNÓS *et al.*, 1989). En aquesta primera fase, el mallorquí Francesc Ripoll, també de l'SCM, realitzà la primera immersió al llac d'entrada, descobrint la sala que porta el seu nom i la cambra d'aire central.



Figura 8.3: Preparatiu d'immersió per part d'espeleòlegs del Grup Nord de Mallorca (GNM) al llac d'entrada. Durant el període comprés entre els anys 1997-2007 el Grup Nord de Mallorca ha efectuat més de 300 dies d'immersions a la cavitat. Actualment les tasques continúen a bon ritme



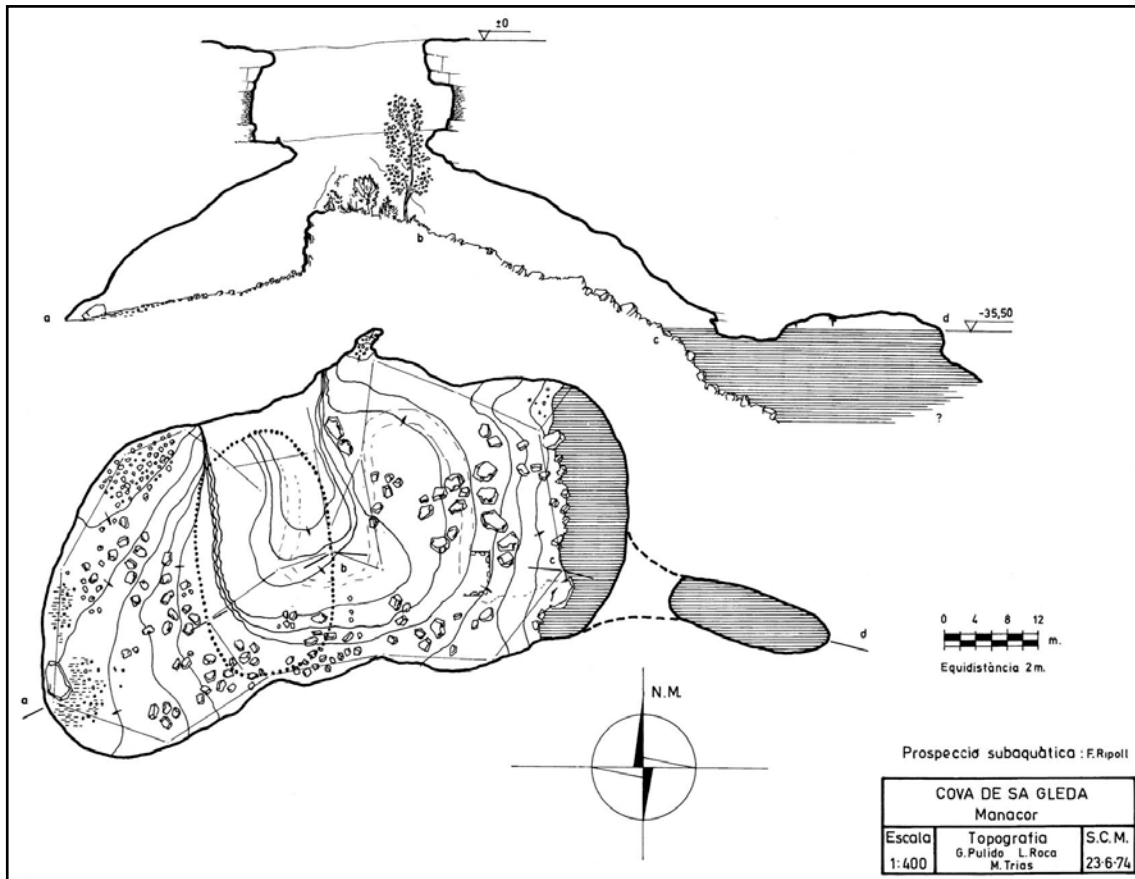


Figura 8.4: Zona d'entrada de la cova de sa Gleda, a on l'SCM va representar la cambra d'aire trobada per en Francesc Ripoll.

**1990 - 1996** - A la dècada dels 90 la sala Francesc Ripoll és explorada en diverses ocasions per diferents grups procedents de Gran Bretanya (CLARKE, 1991-92), sense aconseguir trobar continuacions importants. L'espeleobussejador gal·lès Martyn Farr elaborà un croquis del que es coneixia en aquell moment, - uns 250 m de recorregut subaquàtic- (FARR, 1997-98).

**1997** - A les darreries de 1997 s'inicien els treballs d'exploració i topografia de les zones submergides per part del Grup Nord de Mallorca (GNM). Al final de la sala es descobreix un pas (el Portell), que s'instal·la parcialment, deixant-lo per comeses posteriors. Mentre es preparava l'atac a la zona, la cova és visitada per escafandristes britànics que prossegueixen a partir de les guies mallorquines i continuen uns 250 m per una galeria què, fent un gran voltera (circuit dels Pirates), es dirigeix de tornada de cap a la sala Francesc Ripoll.



**1998** - El GNM explora algunes galeries laterals del circuit dels Pirates (com ara la sala del Cendrar); també es descobreixen les galeries dels Gemecs i s'aconsegueix forçar el pas de la Corrosió. Queda preparat l'accés cap al sector de Ponent.

**1999** - Es descobreix la sala dels Dos Llacs, la galeria dels Degotissos, les galeries de les Haloclines i la sala dels Paleonivells. La troballa i superació del pas d'en Judes, permet penetrar en el sector Cinc-cents; exploració de la galeria Cinc-cents i de la galeria de les Còniques. Superació del pas de l'Apocalipsi, que possibilita accedir al sector de la Unió des del sector de Ponent. Exploració del sector de la Unió des del sector Cinc-cents.

**2000** - Troballa del sector de Gregal, a partir del descobriment de la galeria de les Plomes. Connexió de galeries en el sector de la Unió. Realització de multitud d'exploracions en aquest sector.

**2001** - S'assoleix la punta més extrema d'exploració al sector de Gregal (distància màxima lineal) de 1700 m/-19 m, repartida entre 234 m/-19 m i 1466 m/-17 m. Al llarg dels anys 1997-2001, el GNM efectuà més de 160 dies d'immersions (GRÀCIA & CLAMOR, 2001).

**2002 - 2007** - Primera fase d'estudi interdisciplinari del sistema, al llarg de 140 dies d'immersions, gràcies al projecte d'investigació sufragat per l'Obra Social de "SA NOSTRA", dins la convocatòria d'ajuts per a projectes de Conservació de la Biodiversitat 2007. S'ha centrat en el sector Clàssic, sector de Ponent i sector Cinc-cents (GRÀCIA *et al.*, 2007).

**2009 - 2010** - Segona fase d'estudi, encara en fase de realització, gràcies al projecte d'investigació atorgat per l'Obra Social de "SA NOSTRA", dins la convocatòria d'ajuts per a projectes de Conservació de la Biodiversitat 2009. Els sectors en estudi són el sector de la Unió i el sector de Gregal.

### 8.3. Aspectes tècnics

Les tasques efectuades pel GNM han suposat fins ara 300 dies d'immersions que s'han efectuat al llarg d'11 anys. El nombre d'escafandristes per jornada oscil·lava entre 1 i 4. S'ha emprat la tècnica anglesa de portar les botelles col·locades lateralment, amb modificacions d'influència americana, com és la de dur plaques per ancorar les ampolles (Fig. 8.3). La quantitat de botelles de busseig per espeleòleg ha estat compresa

entre 2 i 5, segons la llunyania i fondària dels sectors de la cova i la feina a realitzar. La capacitat de les ampolles ha estat de 20 l, 18 l, 15 l, 12 l, 10 l i 5 l. S'ha utilitzat normalment aire la major part dels anys, excepte nítrox d'ençà de l'any 2007 per part d'alguns membres de l'equip, encara que amb ordinadors i càlculs per aire. La duració de les immersions habituals estan compreses entre 2 i 3'5 hores. Els temps de descompressió ha arribat a ésser de 45 minuts, ja que alguns sectors superen habitualment els 17 m de fondària i assoleixen els 25 m (sector de la Unió, alguns llocs del sector de Ponent) i hi ha zones de la cavitat situades molt enfora (punts del sector de Gregal a 1.700 m). S'ha emprat, als darrers anys, i per arribar a les zones més llunyanes propulsors elèctrics, de gairebé 2 km d'autonomia. Aquests permeten optimitzar les reserves d'aire, ja que possibiliten accedir a les zones de feina amb més rapidesa i menys consum d'aire i cansament.

El mètode de treball per fer la planimetria de la major part de la cavitat ha estat el següent: primer s'explora instal·lant el fil-guia numerat cada 5 m; a llocs molt concrets, es prenen poligonals amb cinta mètrica entre dos bussejadors. En dies posteriors es prenen les dades de les poligonals amb la brúixola, les guies marcades i l'ordinador. Es torna a les zones de treball amb les poligonals traçades en paper mil·limetrat submergible i es dibuixen els contorns de les parets. Per realitzar les seccions s'hi torna posteriorment (permetent així que el fang aixecat per les aletes dels espeleòlegs sedimenti) i es prenen dades de fondària del sostre i del fons a partir de les poligonals ja traçades; posteriorment amb les dades ja passades a paper es dibuixen els sostres i el terra. Per fer les seccions de dimensions considerables utilitzam el mateix sistema que l'emprat per fer les poligonals. Aquest sistema topogràfic implica molts dies de treball, però una vegada efectuat permet obtenir més precisió i informació topogràfica de la cavitat.

## **8.4. Descripció general de la cavitat**

El recorregut actual projectat topografiat és de 10.500 m i la profunditat màxima és de 25 m sota el nivell de l'aigua, xifres que la converteixen en la major cavitat subaquàtica de l'Estat Espanyol. La direcció predominant de la cova és de NE-SW, encara que moltes de les galeries es prolonguen en direccions diferents (Fig. 8.5). La cavitat s'obre a l'exterior, a uns 36 m sobre el nivell de la mar, per un espectacular abissament que comunica amb una sala amb la zona E ocupada per un llac. La cavitat es

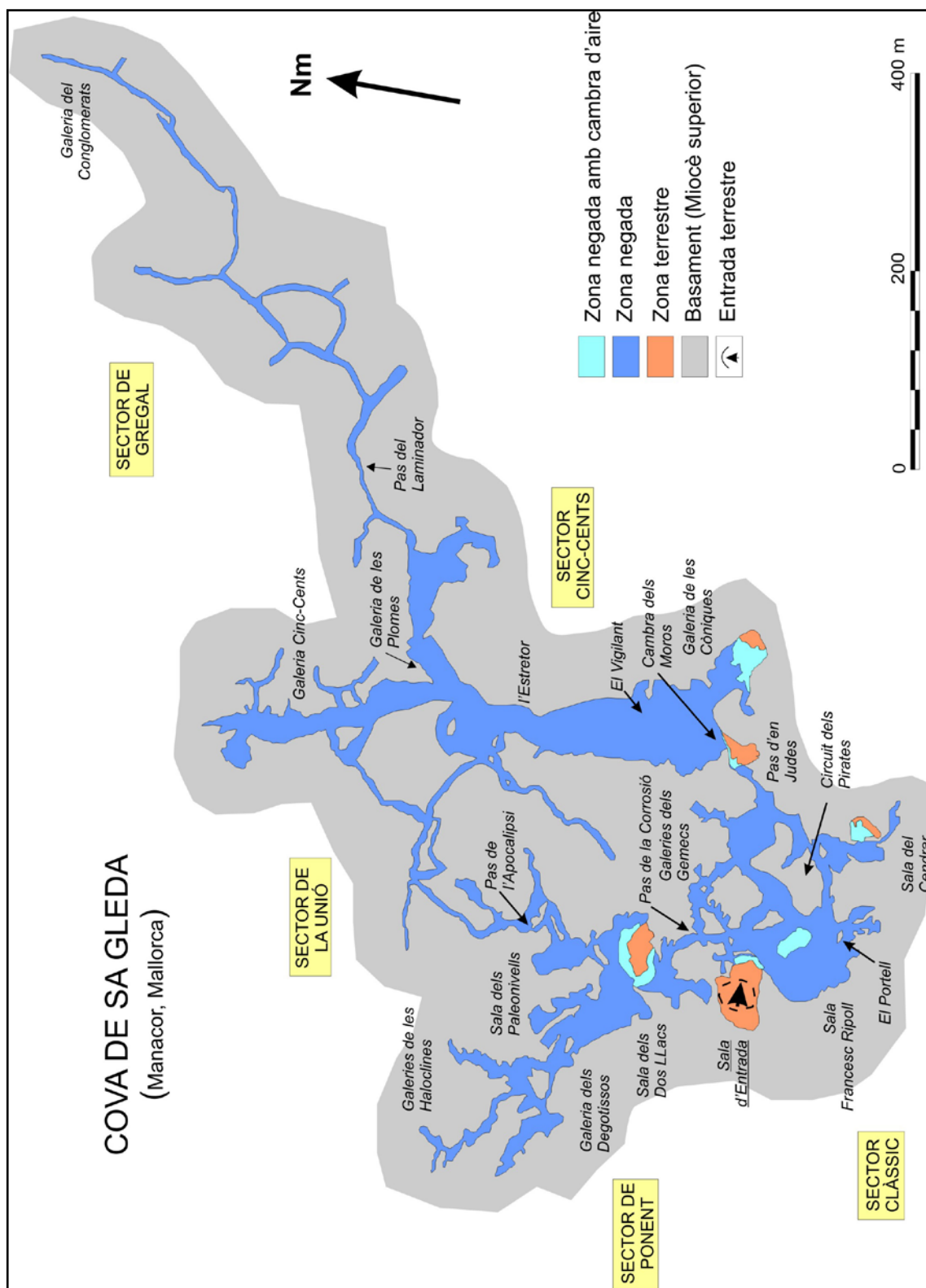


Figura 8.5: Plànol i toponímia de la cavitat. Actualment les tasques exploratòries i topogràfiques modifiquen els sectors encara en fase d'estudi.

compon d'un conjunt de sales i galeries de molt diverses dimensions i direccions que agrupam en cinc sectors, que en ordre cronològic pel que fa als descobriments són: sector Clàssic, sector de Ponent, sector Cinc-cents, sector de la Unió i sector de Gregal. El sector Clàssic està situat al S, el sector de Ponent al NW, el sector Cinc-cents parteix des del costat oriental del sector Clàssic i es desenvolupa gairebé en direcció general N, el sector de la Unió enllaça el sector Cinc-cents per diferents indrets amb el sector de Ponent i finalment el sector de Gregal avança en clara direcció NE.

#### 8.4.1. SECTOR CLÀSSIC

El sector Clàssic, està format per tres sales importants (sala d'Entrada, sala Francesc Ripoll i sala del Cendrar) i diverses galeries (circuit dels Pirates i galeries dels Gemecs) que les comuniquen entre sí i amb altres sectors. El recorregut subaquàtic és d'uns 2.000 m.

La **sala d'Entrada** de 72 x 44 m de dimensions màximes, està presidida pel gran esfondrament central de 30 x 18 m que la comunica amb l'exterior i a la vegada la



Figura 8.6: Pas entre columnes per continuar en direcció al circuit dels Pirates (sector Clàssic).





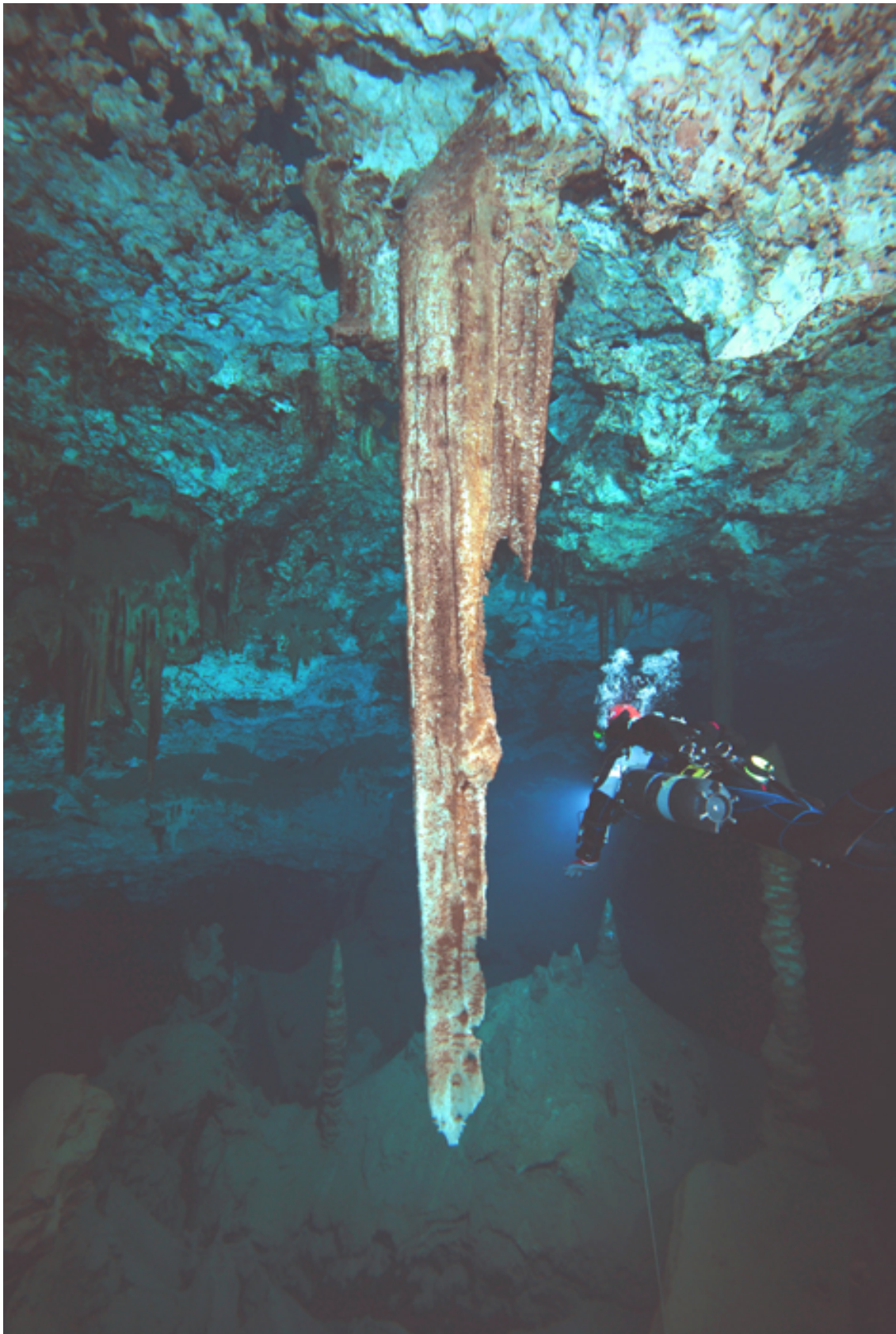


Figura 8.7: La sala Francesc Ripoll (sector Clàssic) és la continuació de la sala d'entrada i es caracteritza pel gran volum (100 x 80 m) i la majestuositat de les formacions litoquímiques que enclou, moltes afectades per processos de corrosió.

subdivideix en dues zones (Figs. 8.1 i 8.2). La zona E del llac, és de major superfície i presenta diferents modificacions antròpiques i estructures realitzades per facilitar l'aprofitament de l'aigua. La situada en direcció oposada, al vessant W del con de materials, està recoberta d'una colada estalagmítica, revestida a la vegada per abundants cianobacteris que la tenyeixen amb un color blau-verdós, el mateix que succeeix amb les parets i sostres de gairebé tota la sala d'Entrada. En aquest darrer lloc, un pas molt estret entre blocs permet accedir també al nivell freàtic. Al terra són visibles senyals en forma de solcs molt marcats que evidencien que esporàdicament l'aigua corre amb força i erosiona en alguns llocs i sedimenta en altres.

La **sala Francesc Ripoll** sembla la continuació submergida de la pròpia sala d'Entrada. Es caracteritza pel seu volum (100 x 80 m) i decoració, ja que són abundants els grans massissos estalagmítics i altres espeleotemes que aporten una gran majestuositat (Fig. 8.7), excepte a la part central. L'alçària del sostre oscil·la entre valors positius de 2 m a la cambra central d'aire fins a -18 m als costats de la sala. Els valors més freqüents del sostre estan compresos entre -1,2 i -6 m. El pis de la sala presenta una certa regularitat, ja que la fondària sembla que està entorn dels -12,5 m, llevat dels costats, com ara el S on la fondària assoleix els -20 m. Ens resulta una alçària mitjana de 10 m i màxima de 12,5 m, sense comptar la cúpula d'aire situada en posició gairebé central que representaria 14,5 m d'alçada. La meitat occidental de la sala està tancada per parets o revestiments litoquímics, mentre que just a peu del llac d'entrada s'obrin els accessos a les galeries dels Gemecs.

La **sala del Cendrar** constitueix la tercera sala en importància del sector. Parteix del circuit dels Pirates en direcció SE i comunica amb ell per dos llocs que disten entre sí uns 20 m. Als 20 m d'entrar s'aprecia que es tracta d'una sala d'esfondrament amb el rost de l'esbaldregall d'E a W. Les seves mides màximes aproximades són 60 m de llargària per 40 m d'amplària. Una tercera part de la sala (el costat E) és aèria, sobresortint per defora de l'aigua, amb la seva part N recoberta de colades estalagmítics, que es perllonga sota les aigües. Un passatge submergit entre blocs caiguts, d'una vintena de metres, permet progressar més enllà de la sala devers seixanta metres en un ambient molt caòtic i irregular.

El **circuit dels Pirates** és una circumval·lació de galeries d'uns 300 m de llargària que parteix de dos llocs, relativament propers de la sala Francesc Ripoll, una mica dissimulats per massissos estalagmítics i columnes. Al llarg del seu recorregut, en forma el·líptica i de direcció NE, talla per dos llocs, distants entre sí una cinquantena de

metres, les galeries dels Gemecs. Enfront de la segona galeria dels Gemecs (al costat dret del circuit) s'obre una galeria totalment adornada d'espeleotemes freàtics que porta a una sala molt decorada. Uns trenta metres després parteix una galeria de -12 m de fondària que en direcció N avança uns 45 m fins que es fa massa baixa per poder progressar més. Als 200 m de l'entrada del llac arrenca el pas d'en Judes, de devers 34 m, que permet passar al següent sector. Si se segueix 70 m més de galeria pel circuit dels Pirates, ara en direcció S, trobarem al costat SE l'accés a la sala del Cendrar. Uns 85 m més endavant es troben alguns passos angostos, tal com **el Portell**, que indica que s'està a poca distància de la sala Francesc Ripoll.

Les **galeries dels Gemecs** parteixen de la base N del rost del llac d'entrada i enllacen amb el circuit dels Pirates a dos llocs diferents i totalitzen gairebé 400 m de recorregut. La fondària del terra generalment és d'uns 14 a 15 m. Predominen les morfologies de corrosió que afecten també als espeleotemes segons la fondària a la qual es troben. La roca en molts d'indrets està molt descomposta, afectada pels processos de dissolució de la zona de mescla d'aigües. En alguns àmbits hi ha dos nivells diferents de galeries que localment estan fusionades parcialment o total. Les amplades generalment estan compreses entre els 4 i 8 m, encara que localment es troben llocs que s'estrenyen a menys de 1,5 m.

#### **8.4.2. SECTOR DE PONENT**

El sector de Ponent, de direcció W-NW, únicament està comunicat amb la resta de la cova per dos accessos molt dificultosos: el pas de la Corrosió i el pas de l'Apocalipsi. La sala dels Dos Llacs, conseqüència d'un pretèrit esfondrament, configura una part important del sector. L'àmplia i decorada galeria dels Degotissos continua en les galeries de les Haloclines, en les quals predominen les morfologies de corrosió. De la sala dels Dos Llacs parteix com a continuació natural la sala dels Paleonivells.

Una vegada superat el pas de la Corrosió, abans d'arribar a la sala dels Dos Llacs, que és genèticament continuació d'aquesta, es localitza una galeria en alguns llocs molt ornamentada que assoleix més de 20 m de fondària i es dirigeix cap a la sala d'Entrada, sense que es pugui passar directament, encara que la presència de troncs d'arbres i l'observació topogràfica demostrin la relació entre ambdues zones. Dues grans columnes presideixen aquest àmbit, juntament amb espeleotemes associats a gours.





Figura 8.8: Els massissos estalagmítics i les impressionants colades parietals combinades amb estalactites, que descendeixen fins a les zones més pregones, són freqüents a la galeria dels Degotissos del sector de Ponent.

La **sala dels Dos Llacs**, única part terrestre de tot el sector, fa 54 m de llargària per 40 m d'amplària. Es tracta d'una sala d'esfondrament, amb la part central relativament recent, ja que no presenta cap tipus d'espeleotema. Únicament s'observen blocs molt blancs caiguts de parets i sostre. És possible superar l'esfondrament pel costat W, mitjançant dos passos situats a cotes -1,5 i -3,5 m, entre blocs i lloses caigudes, que per molt poc no tanquen completament l'accés subaquàtic. Aquests angosts connecten els dos llacs de la sala: el que es localitza primer al SW, una vegada passades les galeries dels Gemecs, amb el que presenta al N. Des d'aquest darrer es davalla progressivament cap a la galeria dels Degotissos, molt decorada per espeleotemes.

La **sala dels Paleonivells** s'inicia amb la continuació, rost avall, de la pròpia sala dels Dos Llacs, que també per molt poc no obstrueix totalment l'accés. Una vegada que se superen les dificultats d'aproximació s'assoleix una sala de pis i sostre plans, de dimensions màximes 58 x 26 m. El sostre es troba a -13,4 m de fondària i el pis a -15,8 m. El més assenyalat és la presència d'abundants espeleotemes freàtics corresponents a

la cota de -15 m, molts d'ells formats al voltant d'estalactites fistuloses que s'han dissolt amb posterioritat a la part superior. A poc més de la meitat de la sala i en direcció NE s'obre un laminador que comunica amb el sector de la Unió.

La **galeria dels Degotissos** parteix de l'W de la sala dels Dos Llacs i es pot considerar com a subdividida en dues parts per la diferent fondària i, especialment, per la presència de massissos estalagmítics. Al primer àmbit, zona de menys fondària i més voluminosa, destaquen els massissos estalagmítics i les impressionants colades parietals que descendeixen fins a les zones més pregones (Fig. 8.8). Les colades estan combinades amb estalactites i espeleotemes freàtics que li atorguen una gran bellesa. Algunes morfologies espongiformes de gran intensitat es troben al pis de la galeria. La distància lineal és d'uns 135 m i 56 m l'amplària màxima. La zona més concrecionada i més fonda, fins a -25 m, està localitzada al costat NE, a on els espeleotemes freàtics són molt abundants, així com altres formes de precipitació, especialment les estalactites fistuloses i les excèntriques. Aquestes arriben a formar boscos de formacions que subdivideixen l'espai.

Les **galeries de les Haloclines** s'inicien al NW de la galeria dels Degotissos en forma de dues galeries gairebé paral·leles situades a diferent cota, que connecten amb tres galeries més que li confereixen topogràficament l'aspecte d'una forca. De les dues galeries de partida, la més occidental, d'uns 65 m de llargària és la que presenta menor fondària, entre -10,2 m i -11,5 m i una amplada entre 2 m i 13 m. Les haloclines actuals l'afecten plenament i sembla que existeixen processos actius de dissolució, ja que la roca està molt descomposta per la corrosió associada a la zona de mescla. Abunden les morfologies espongiformes a nivell de mesoformes, formades especialment per penjants, esperons i pinacles. S'ajunta amb la galeria inferior mitjançant un balcó a on assoleix els 17 m de fondària. La galeria inferior, paral·lela a aquesta, arrenca de la galeria dels Degotissos mitjançant una zona amb abundants formacions litoquímiques que tanquen quasi l'accés. Es troba en un nivell inferior amb el pis a -18,3 m de fondària, i una amplada considerable de fins a 14 m, que després de recórrer 65 m assoleix unes mides de 40 m x 25 m. Les colades parietals, massissos estalagmítics, estalactites, estalagmites i els espeleotemes freàtics caracteritzen aquest tram. Des d'aquí parteixen dos ramals importants i 25 m més endavant sorgeix la tercera branca, al lloc on conflueix l'anterior galeria de nivell superior. La galeria situada més a ponent, de 100 m de longitud, entre -14 i -16,5 m de fondària i 19 m d'amplària màxima, s'inicia amb sales freàtiques circulars i amb les morfologies similars a la galeria

superior de la qual s'origina. La zona terminal i més fonda canvia totalment d'aspecte, predominant els espeleotemes, entre els quals abunden els freàtics. La galeria central de la forca, la de més llargària de les tres (150 m de longitud), 18,5 m de profunditat del terra i amb valors d'amplària entre 5 i 17 m, és la més interessant per les morfologies de corrosió que presenta. Al llarg de més de 150 m les parets estan marcades per una regata de corrosió a -13,5 m de cota que afecta a la roca mare, a massissos estalagmítics i als recobriments litoquímics parietals. El nivell de corrosió està molt marcat i forma un solc perfecte, associat en alguns llocs a facetes, galeries iniciadores, cambres freàtiques circulars i altres morfologies de corrosió. La roca, de gran duresa, només presenta aquestes formacions primàries i contrasta totalment amb les altres zones de les galeries de les Haloclines, de roca descomposta i predomini de morfologies espongiformes a nivell de mesoformes. La distància lineal màxima des del llac d'entrada és de 507 m, dels quals 329 m corresponen a la distància des de la sala dels Dos Llacs. La tercera i més oriental galeria, de 65 m de longitud, fondària del terra d'uns -17,2 m i amplades compreses entre els 5 i els 16 m, se sembla més a la galeria occidental, ja que la roca està molt desfeta pels processos corrosius.

#### 8.4.3. SECTOR CINQ-CENTS

El sector Cinc-cents s'inicia a mitjan recorregut del circuit dels Pirates (uns 225 m), en aproximar-se a un gran esfondrament sotaiguat que destaca a distància. Els blocs i pedres, de tota mida, per molt poc no tanquen la comunicació; és el pas d'en Judes, d'uns 25 m de llargària, que des del sector Clàssic permet l'accés a la impressionant galeria Cinc-cents, de 350° de direcció. El pendent d'enderrocs de l'esfondrament ha generat una petita cambra d'aire abans del pas i també la **cambra dels Moros**, just passat l'estretor. El perímetre d'aquest gran col·lapse supera el centenar de metres. Un pic passat el pas, el protagonista és la gran foscor que no és mitigada amb els llums dels focus. Es tracta d'una extraordinària galeria de més de cinc-cents metres de longitud, amb una amplada que assoleix en alguns llocs els 80 m i l'alçària els 12 m.

La **galeria de les Còniques** es localitza en direcció E, després de recórrer 80 m, des de la sortida del pas d'en Judes, flanquejant els blocs de l'esfondrament. El seu recorregut és d'uns 72 m lineals i 14 m de profunditat del terra, que després de superar diverses columnes centrals de gran bellesa, finalitza en una important sala d'aire terminal. En el fons del llac, les estalagmites còniques són les morfologies amb més rellevància i donen nom a la galeria i a la sala. Les dimensions màximes són de 45 x 28



Figura 8.9: “El Vigilant”, estalagmita d’uns 8 m d’alçada que emergeix dins el gran buit fosc de la galeria Cinc-cents.



m. Presenta una zona planera de fang i pedres, amb petit pendent, a on són visibles solcs provocats per l'aigua que procedeix de la zona superior i que penetra per l'antic esbucament, actualment incomunicat amb l'exterior. La presència de fragments de ceràmica, ossos de vertebrats i excrements de ratolí recolzen aquesta hipòtesi. El costat situat més a ponent té un acusat pendent, que ascendeix gairebé una quinzena de metres entre els grans blocs caiguts. La totalitat del col·lapse supera el centenar de metres de perímetre.

La **galeria Cinc-cents**, d'una llargària lleugerament superior al seu nom, representa la galeria de major volum de les que es coneixen actualment a les Balears, amb 80 m d'amplària en alguns llocs del començament i amb valors mitjans de 45 m d'amplada, disminueix lleugerament les dimensions fins els 20 i 30 m als darrers 200 m. L'alçada de l'espectacular galeria assoleix valors que superen els 12 m, encara que són més freqüents els compresos entre 8 i 10 m. Al començament està bastant concrecionada per estalagmites i algunes zones d'estalactites al sostre. A on més destaquen les morfologies litoquímiques és al costat occidental. Als 125 m de l'inici, una espectacular estalagmita, de 8 m d'alçada destaca entre la foscor del buit immens, és el Vigilant, que serveix com a primera fita clara dins la galeria, sempre i quan es disposi de llum suficientment potent per il·luminar-la (Fig. 8.9). Als 115 m des del Vigilant (240 m del començament del sector), la galeria perd altura i sembla que es tanca; és l'**Estretor**. Aquí, un envà de roca mare, de 7 m de llargària i 3 m d'amplària, juntament amb la reducció de l'alçada de la galeria produeix la sensació d'estretor, sempre en comparació amb el volum de la resta de l'àmbit. Aquesta zona, molt afectada per la corrosió, es pot passar pels dos costats de l'envà. Superat aquest, la galeria torna a adquirir volum, especialment a l'esquerra a on es localitzen accessos al sector de la Unió. Als 304 m (538 m de l'inici del llac d'entrada) en arribar al costat esquerre de la galeria destaca una gran estalagmita i a prop parteix cap a la dreta el sector de Gregal (Fig. 8.10). Tota aquesta zona, llevat la part del sostre, està molt concrecionada per colades, potents massissos estalagmítics i espeleotemes en general, entre els quals destaquen els freàtics. Si es prossegueix endavant per la galeria, uns 50 m, es passa per davall d'uns impressionants penjants "**les Urpes de l'Arpello**". Poc després es veuen a l'esquerra nous accessos al sector de la Unió i a la dreta uns 130 m de galeries freàtiques d'uns 5 m d'amplària. Gairebé un centenar de metres separen aquest lloc de l'entreforc de galeries que, a distintes fondàries i de forma complexa, s'esbranquen en diverses direccions. La situada més al llevant s'inicia com una potent i bella galeria que



Figura 8.10: Amb una longitud lleugerament superior al seu nom, la galeria Cinc-cents (sector Cinc-cents) representa la galeria de major volum de les que es coneixen actualment a les Balears

als 35 m es bifurca de bell nou i després de 25 i 45 m, respectivament, es fan massa estretes per prosseguir. Si tornam a l'entreforc principal, en direcció N és possible prosseguir uns quaranta metres més per una zona delicada per l'estat de la roca i l'estretor d'alguns passos; aquí ens situam als 535 m de la galeria (769 m totals des de l'entrada). En direcció W hi ha una zona complexa i caòtica.

#### 8.4.4. SECTOR DE LA UNIÓ

Des de dos llocs de la galeria Cinc-cents parteixen diverses galeries que formen el sector de la Unió, les quals de NE a SW ens comuniquen aquestes dues grans zones de la cavitat. La longitud de la galeria més llarga, que s'inicia a 658 m del llac d'entrada, fins al pas de l'Apocalipsi és de 328 m i constitueix l'únic accés al sector de Ponent des del sector Cinc-cents. La fondària d'aquest sector està compresa generalment entre els -17 i els -25 m, fet que suposa que sigui el més profund de tota la cavitat. Si es fa el circuit entrant pel sector Clàssic, galeria Cinc-cents, sector de la Unió, sector de Ponent i sortint per les galeries dels Gemecs s'efectua un recorregut de 1320 m. El sector de la Unió està encara en fase d'exploració i topografia, per la qual

cosa és d'esperar que patirà notables canvis en un futur proper. La major fondària, juntament amb la distància que s'ha de recórrer per arribar-hi, fan més problemàtiques les tasques a efectuar.

#### **8.4.5. SECTOR DE GREGAL**

En direcció NE s'inicia el sector de Gregal, que al llarg de diverses galeries condueix als llocs més allunyats de la sala d'Entrada, amb diverses puntes a 1.502 m a la galeria dels Conglomerats i 1.700 m a la zona terminal, encara sense topografiar. Tot el sector s'està revisant i explorant i és la zona amb més potencial de la cavitat. En aquest sector és la gran distància el principal problema a l'hora d'efectuar els treballs.

### **8.5. Espeleogènesi**

A l'entrada de la cavitat és interessant remarcar el gruix més aviat excepcional que presentava el sostre abans d'esfondrar-se (uns 13 m), fenomen que obeeix a l'heterogeneïtat dels materials zenitals. Cal remarcar que des d'un punt de vista estratigràfic, l'abisament de l'entrada permet l'estudi del tall geològic del denominat *Complex Terminal* messinià del sud-est de Mallorca (FORNÓS *et al.*, 1989). S'ha de tenir present que el fet de trobar-se enmig d'una torrentera és probable que hagi contribuït a la formació de l'abisament.

La cavitat presenta una direcció predominant NESO, encara que globalment podem definir la cova com una xarxa freàtica de buits i esfondraments amb una disposició ramiforme. Així hi ha zones amb morfologies de corrosió predominants i amb pocs indicis d'esfondraments (galeria de les Haloclines al sector de Ponent; galeries dels Gemecs al sector Clàssic; diverses galeries del sector de Gregal). Els processos d'esfondrament són també molt abundants (sala d'Entrada, sala Francesc Ripoll, sala dels Dos Llacs, sala del Cendrar, cambra dels Moros, galeria de les Còniques, galeria Cinc-cents). Aquests esdeveniments són un factor natural en l'evolució d'aquestes cavitats, ja que permeten augmentar en volum i ascendir progressivament de cap a l'exterior, arribant en ocasions a connectar amb la superfície, tal i com ha ocorregut amb la sala d'Entrada de la cova i amb tres antigues entrades actualment reblides (la galeria de les Còniques, la cambra dels Moros i la sala del Cendrar). La distribució de zones de col·lapses i la relació amb dolines d'esfondrament superficials és de gran interès. Es pot comprovar en superposar la part final d'aquestes

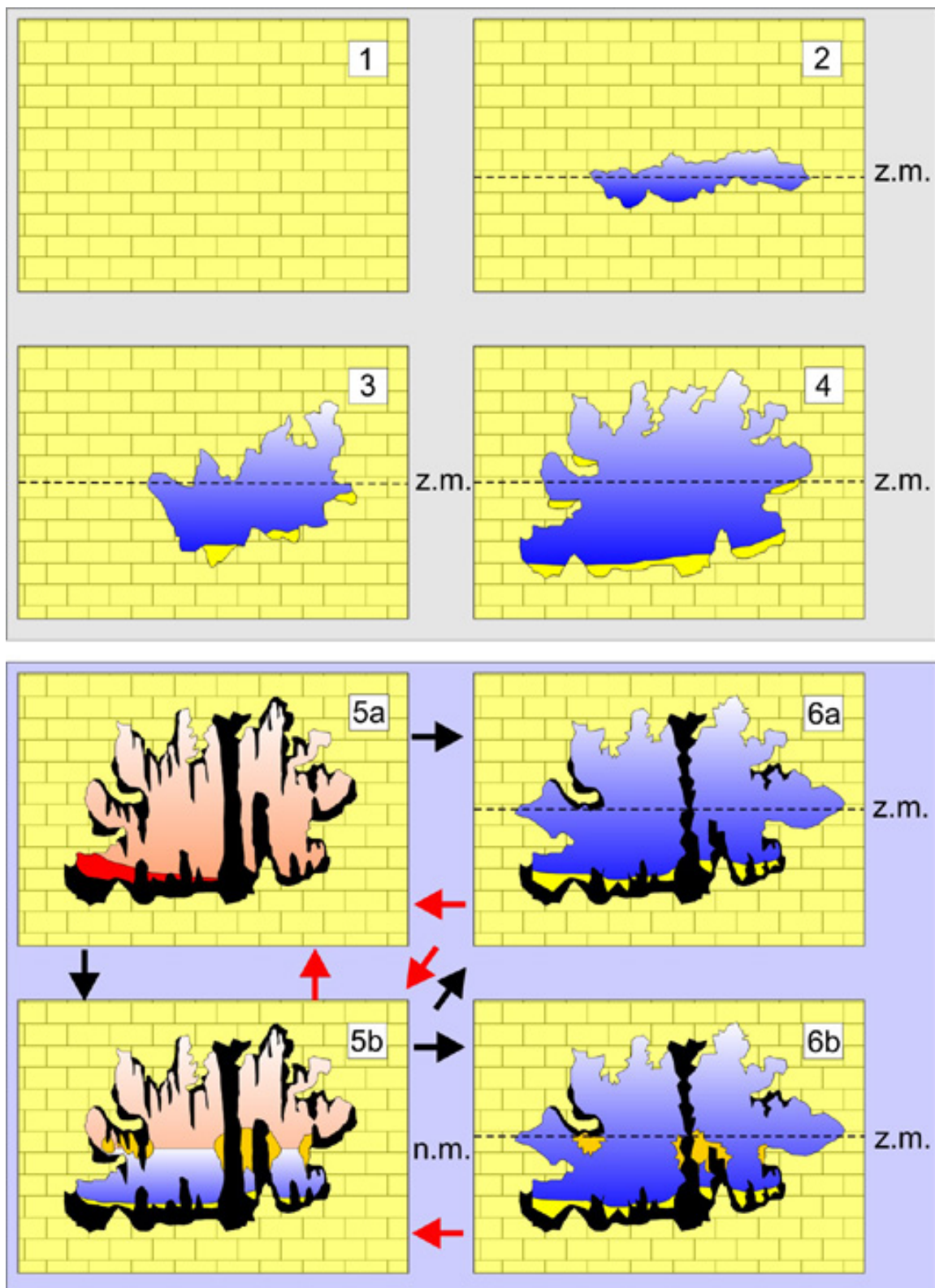


Figura 8.11: Simplificació dels estadis evolutius d'una galeria freàtica. 1- Acció de la zona de mescla d'aigües sobre la roca calcària. 2-Formació dels primers espais buits i galeries iniciadores. 3-Increment del volum i de les morfologies de corrosió en avançar els processos de dissolució. 4-Acumulació de sediments autòctons carbonatats al terra de la galeria. 5-Davallada del nivell freàtic i evolució de la galeria en condicions vadoses amb la formació d'espeleotemes. 6-Pujada glacioeustàtica del nivell freàtic. Reactivació dels processos de dissolució de la roca i dels espeleotemes, amb la superposició de noves formes primàries.





Figura 8. 12: Esfondrament que ha generat l'entrada actual, molt influenciada per trobar-se enmig d'una torrentera que s'activa en èpoques de fortes pluges i que determina que la cavitat actui com a zona de drenatge de les aigües superficials.

galeries, tancades per blocs, amb la ubicació geogràfica de les dolines d'esfondrament (clot des Cendrar I, clot des Cendrar II i clot dels Ullastres), que coincideixen respectivament amb la sala del Cendrar, galeria de les Còniques i la cambra dels Moros). Aquests esbaldregalls, juntament amb altres, tanquen o compartimenten moltes zones i impedeixen l'avanç en diversos fronts (GRÀCIA & CLAMOR, 2001; GRÀCIA *et al.*, 2007b).

La gènesi de la cavitat està relacionada amb els mecanismes geoquímics estudiats per BACK *et al.* (1984), a la zona de mescla de l'aigua dolça i la salada (*coastal mixing zone*), els quals han estat adaptats a l'espeleogènesi de la zona del llevant de Mallorca per GINÉS & GINÉS (1992 i 2007; GINÉS, 1995 i 2000b). El nivell de la mar marca la posició del nivell freàtic i, per tant, l'efectivitat dels processos de dissolució càrstica (Fig. 8.11).

Altres cavitats importants formades dins el Miocè superior, que podem incloure com a ramiformes al llevant de Mallorca són: la cova Genovesa (GRÀCIA *et al.*, 2003a i b), el sistema Pirata-Pont-Piqueta (GRÀCIA *et al.*, 2006, la cova de Cala Varques B (GRÀCIA *et al.*, 2000), la cova des Drac de Cala Santanyí (GRÀCIA *et al.*, 1998b), la cova d'en Bassol (GRÀCIA *et al.*, 1998a) i les coves del Drac (GINÉS & GINÉS, 1992

i 2007; GRÀCIA *et al.*, 2007). Una bona part de les cavitats de la península del Yucatán a Mèxic es poden incloure en el mateix tipus de cavitat que la cova de sa Gleda, ja que formen també sistemes complexos de galeries freàtiques i sales d'esfondrament, algunes de les quals s'obren a l'exterior formant els populars *cenotes* (SMART *et al.*, 2006).

### 8.5.1. ASPECTES GEOLÒGICS DE DETALL

Des d'un punt de vista geològic, a la Cova de sa Gleda s'hi observen clarament les dues unitats superiors del Miocè de Mallorca. Ja a l'esfondrament que permet l'entrada a la cavitat s'observa amb molt de detall la seqüència sedimentària pertanyent al Complex Terminal (Calcàries de Santanyí); per a la seva descripció remetem al lector al treball de FORNÓS *et al.* (1989). Aquesta seqüència es disposa sempre per damunt dels nivells del Complex d'Esculls, que és on s'hi desenvolupen totes les sales i galeries explorades fins ara a la cavitat. El contacte entre ambdues unitats consisteix en un contacte subhoritzontal, que puntualment mostra les deformacions produïdes per l'evolució del paleocarst intramiocè.

Els primers nivells observables corresponents al complex escullós —encara en la cavitat subaèria— presenten una bona estratificació plano-paral·lela en la que s'aprecia una alternança de nivells calcarenítics i calcisiltítics característics de fàcies de lagoon. Per davall, ja ràpidament i gairebé coincidint amb les parets de les parts submergides de la cova, hi trobem nivells de calcàries massives lleugerament dolomítiques sense estratificació evident i amb una gran porositat primària i de dissolució, parcialment reomplerta per ciment esparític. Corresponen des del punt de vista textural a *framestone* de creixement coral·lí, amb abundants coralls tipus *Porites*, que caracteritzarien les fàcies de front escullós. Aquestes se complementen amb nivells més calcítics amb textures *rudstone* tot presentant abundant macrofauna de mol·luscs i també amb una gran porositat, tant primària com de motlle. Les fàcies descrites estan presents al llarg tant de tot el Sector Clàssic com del Sector Cinc-cents, amb lleugeres modificacions diagenètiques que les hi donen una coloració rosada. En canvi, en direcció nord-oest (a la Sala dels Dos Llacs) afloren els materials més calcisiltítics de color blanc que mostren una bona estratificació, corresponents a fàcies atribuïdes al lagoon extern. Es tracta de calcàries blanques amb textura que va de *packstone* a *grainstone*, però també *wackestone*, amb abundant presència dels foraminífers com a components bioclàstics, peneròplids, rotàlids i qualche discòrbid, endemés de fragments d'algues vermelles, briozous, equínids, balànids i, també, algun fragment de corall. Aquesta fauna és

característica dels ambients de lagoon obert, probablement amb la presència d'algunes clapes de praderes de fanerògames marines donada la gran quantitat d'organismes epífits que s'hi observen. Més al nord-oest, nivells similars amb col·loracions vermelloses i textures tipus *wackestone-packstone*, amb abundants foraminífers de tipus aglutinat (incloent-hi textulàrids) endemès d'abundants gasteròpodes, suggereixen un ambient més restringit probablement corresponent al lagoon intern.

### 8.5.2. ASPECTES MORFOGENÈTICS

Considerada en el seu conjunt (GINÉS *et al.*, 2008), la cova de sa Gleda és una xarxa de sales d'esfondrament connectades entre sí mitjançant restes de galeries freàtiques, amb una disposició més aviat ramiforme (en el sentit usat per PALMER, 2000, 2007) i amb morfologies de dissolució espongiformes a petita i mitjana escala. Cal indicar que la diferenciació entre xarxes espongiformes i ramiformes efectuada per l'esmentat autor es mostra bastant subtil, essent possible una gradació entre els diversos tipus de coves laberíntiques, sobretot entre els patrons espongiformes i ramiformes. En el nostre cas, l'apel·latiu de ramiforme ve justificat per tractar-se de sales i buits irregulars dotats d'una tendència lleugerament ramificada, i una peculiar disposició tridimensional, per mor de l'actuació dels processos d'esfondrament.

Encara que els mecanismes de reajustament mecànic de les voltes estan molt avançats i generalitzats, existeixen evidències clares de dissolució activa lligada aparentment a les haloclines actuals, situades devers -11 m a la Sala Francesc Ripoll. Cal dir, emperò, que tant l'agressivitat associada a les zones de mescla com els mecanismes de col·lapse (i ulterior dissolució dels blocs rocosos resultants), han estat condicionats durant tot el Quaternari per les oscil·lacions glacioeustàtiques de la Mediterrània, amb l'escassa estabilitat temporal i espacial que aquest fet comporta.

La relació entre els trets morfològics de la cova i la litologia de detall no presenta pautes molt definitòries, donat que tota la xarxa subterrània es troba excavada en el Complex d'Esculls del Tortonià, sense que s'observin variacions litològiques molt marcades entre els distints subambients deposicionals. Estan representats els *mudstone* microesparítics i els *grainstone* bioclàstics, si bé és en els *rudstone* i *framestone* amb coralls –dotats d'una alta porositat primària– on es desenvolupen les grans unitats d'esfondrament (GINÉS *et al.*, 2006).

En suma, sembla tractar-se d'una cavitat relacionada, pel que fa a la seva excavació, amb la zona de mescla costanera, sense que hagi indicis de la participació

d'altres modalitats espeleogenètiques. Els buits inicials de dissolució freàtica litoral s'han excavat preferentment en les zones de major permeabilitat, representades pels subambients deposicionals amb presència de coralls; per altra banda, és en aquests ambients amb abundants bioconstruccions coral·lines on han tingut lloc els esfondraments i col·lapses generalitzats, que desorganitzen els buits freàtics inicials. De fet, la planimetria de la cova té un cert patró laberíntic ramiforme (PALMER, 2007), però el qual és en bona mesura conseqüència no tant de les formes primàries d'excavació, com de la coalescència de les grans unitats volumètriques generades pels successius col·lapses (GINÉS & GINÉS, 2007). Tota la morfogènesi del sistema espeleològic ha estat controlada –tal i com ja s'ha suggerit abans– per la història de les oscil·lacions de la Mediterrània durant el Quaternari, com ho posen de manifest, per exemple, els espeleotemes freàtics que enregistren antigues estabilitzacions de la superfície de les aigües freàtiques.

## 8.6. Hidrologia

Les dades de temperatura, salinitat i fondària s'han mesurat mitjançant la sonda oceanogràfica AANDERAA portada per un bussejador (Fig. 8.13). La temperatura de l'aigua superficial en el llac de la sala d'Entrada a l'hivern, al mes de gener del 2005, ha estat mesurada en 12,4°C, mentre que a 2 m de profunditat assoleix, en una termoclina espectacular, els 19°C. El valor de la temperatura a 3 m de fondària puja a 20°C, que es manté fins als -6 m per després davallar lleugerament fins als -16 m, per davall dels quals fins als -24 m (màxima fondària mesurada amb la sonda) es manté estable amb valors de 18,9°C. La raó de la temperatura tan baixa als primers metres està relacionada amb la temperatura exterior, ja que l'àmplia entrada de l'esfondrament es veu afectada per les oscil·lacions de l'exterior. En la sala d'entrada, amb una àmplia connexió amb l'exterior, l'amplitud tèrmica és de 7,6°C en tot el perfil hídic de 24 m.

En un altre perfil, efectuat el mes de desembre de 2003 dins la sala dels Dos Llacs, la temperatura en superfície era de 19,5°C i pujava a 19,9°C a uns -5,5 m, per mantenir-se fins als -8 m i davallar als 18,6°C als -16 m, i d'aquí als -28 m mantenir-se en 18,8°C. En aquesta sala interior, sense connexió amb l'exterior, únicament es donen oscil·lacions de temperatura de 1,3°C en tot el perfil hídic de 25 m.



La cavitat presenta un perfil estratificat, que posseeix fins a 5 capes de diferent salinitat. Aquestes capes, estan disposades en un ordre de menor a major salinitat, a causa de la diferent densitat. Els canvis de salinitat al llarg de la columna d'aigua es produeixen a zones de transició (mescla) denominades haloclines o picnoclines (4 molt clares al perfil hídric). La cova posseeix per tant picnoclines múltiples. En aquestes zones la visió és defectuosa per mor dels canvis de les propietats òptiques de l'aigua (Fig. 8.26). Per a la cova de sa Gleda és important considerar, al tractarse d'una cavitat litoral, la distància considerable que la separa de la costa que arriba als 1,7 km.

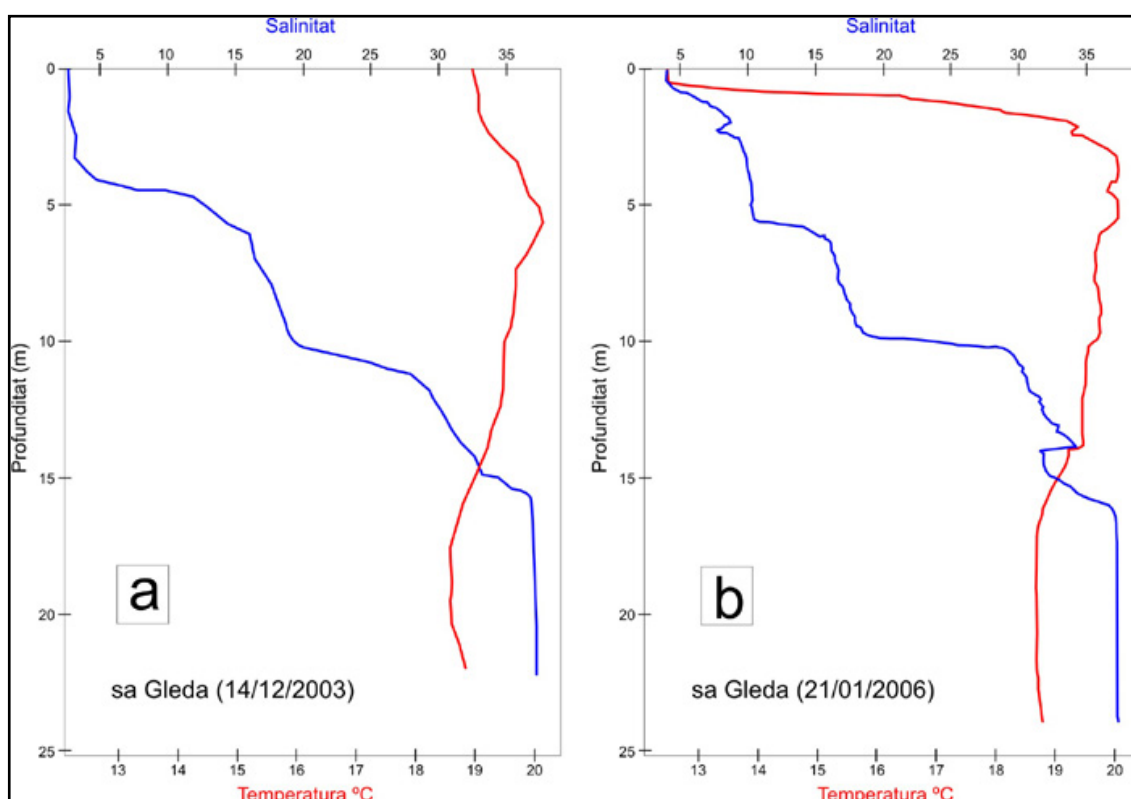


Figura 8.13: a) Perfil de salinitat (‰) i de temperatura (°C) a la sala dels Dos Llacs (sector de Ponent) efectuat el mes de desembre de 2003. En aquesta sala interior, sense connexió amb l'exterior, la temperatura en superfície era de 19,5°C i únicament es mesuren diferències de temperatura de 1,3°C en tot el perfil hídric de 25 m. Els canvis d'aigües de menor a major salinitat al llarg de la columna d'aigua es produeix a zones de transició (zones de mescla) denominades haloclines o picnoclines (4 molt clares al perfil hídric). b) Dades de la sala Francesc Ripoll (sector Clàssic). La temperatura de l'aigua superficial en el llac de la sala d'Entrada al mes de gener de 2005 ha estat mesurada en 12,4°C, mentre que a 2 m de profunditat assoleix, en una termoclina espectacular, els 19°C. A partir d'aquest punt la temperatura es manté entre els 19°C i 20°C. La raó de la temperatura tan baixa als primers metres està relacionat amb la temperatura hivernal exterior, a causa de l'àmplia entrada de la cavitat.

La salinitat el mes de gener del 2005 en superfície donava valors de 4 ‰ i pujava gradualment fins als 9 ‰ als -2 m. A partir d'aquí fins als -5,5 m es produïa una primera estabilització fins als 10,5 ‰. Als -5,5 m passa de sobte dels 10,5 ‰ als 16 ‰ formant el primer escaló important a la gràfica. Des d'aquí s'ha de davallar fins als -10 m a on la salinitat únicament assoleix els 19 ‰. En aquesta fondària es torna a produir el segon escaló fins a valors de 29,5 ‰. Dels -10 m fins als -16 m es produeix una pujada gradual fins als 37 ‰, per mantenir-se gairebé constant d'ençà d'aquesta cota fins als -25 m, màxima cota de la cavitat. Uns valors de salinitat i cotes de fondària molt semblants es van obtenir amb la medició d'aquesta variable el desembre de 2003. Com és de preveure es produeixen petites oscil·lacions de les franges d'haloclines en funció de les estacions; així s'han mesurat diferències de 0,8 m a la cota d'haloclines entre l'estiu i l'hivern. Degut a la ubicació de la cova enmig d'una petita torrentera, l'única entrada actual penetrable (sala d'Entrada), es veu afectada per les aigües que conflueixen i es precipiten per la boca en cas de fortes precipitacions. Aquest fenomen ocorregué l'any 1990 i va ésser descrit per espeleobussejadors britànics (CLARKE, 1991-92), fenomen que va tornar a ésser observat l'any 2001, en el qual les fortes pluges van provocar l'entrada de grans quantitats de sediment que van afectar especialment la sala Francesc Ripoll (GRÀCIA i CLAMOR, 2001).

La cavitat aplega diverses estructures d'interès etnològic relacionades amb l'extracció d'aigua, com ara pou, sínia de sang, bombes d'aigua, canals, etc. La cova va ésser condicionada per aquest ús, havent un camí helicoidal que descendeix fins al llac, avui parcialment destruït per la caiguda de materials del con d'enderrocs i del sostre.

## 8.7. Morfologies de corrosió

Aquest treball pretén aportar informació adicional sobre les morfologies de dissolució de les cavitats del Miocè superior de Mallorca, en aquest cas a partir de les que han quedat enregistrades a tres sectors de la cova de sa Gleda. Consideram que el coneixement de les formacions primàries és de primer ordre per comprendre la gènesi i evolució de l'endocarst litoral. S'ha de tenir present que són les morfologies resultants generades pels mecanismes de dissolució de la zona de mescla d'aigües. El seu estudi se segueix incrementant progressivament gràcies a les aportacions efectuades per l'equip d'espeleòlegs subaquàtics del Grup Nord de Mallorca a les coves del llevant mallorquí (GRÀCIA *et al.*, 1997, 1998a, 1998b, 2000, 2003b, 2005, 2006a, 2006b) i per l'equip

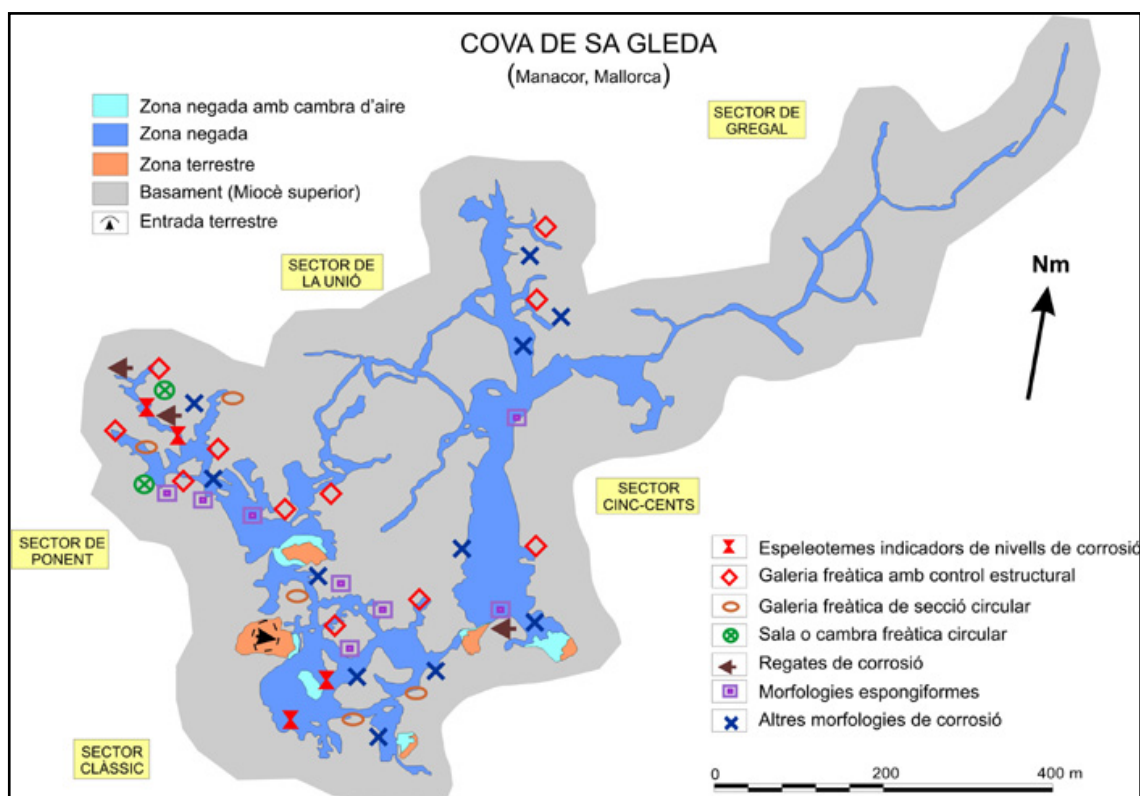


Figura 8.14: Localització de les principals morfologies de corrosió.

d'espeleòlegs que exploren i documenten la cova des Pas de Vallgornera (MERINO, 1993, 2000, 2006; MERINO *et al.*, 2006, 2007).

La principal dificultat a l'hora d'abordar l'estudi d'aquestes morfologies primàries és que, en alguns casos, es fa difícil atribuir les morfologies de corrosió a una determinada tipologia, ja que es presenten juxtaposicions de diferents classes, amb formes intermèdies i diferents gradacions d'intensitat de la dissolució. També les variacions de mida de les morfologies suposa un increment de la dificultat de classificació. Alguns dels termes emprats s'han consultat de BRETZ (1942), NÚÑEZ (1967), FORD & WILLIAMS (1989) i SLABE (1995). Un primer intent de sistematització de les morfologies de corrosió presents al carst del Migjorn de Mallorca es va fer a GRÀCIA *et al.* (2005) i ha estat incrementat i millorat per noves aportacions a MERINO (2006) i GRÀCIA *et al.*, (2006a).

De forma general a tota la cavitat es presenten morfologies de corrosió de diferents tipus i grau d'intensitat (Fig. 8.14). Com és lògic, igual que succeeix a altres cavitats estudiades, si s'observa la distribució de les zones amb formacions primàries i les àrees d'esfondraments, es veu que són distribucions oposades, encara que els blocs caiguts també en ocasions presenten morfologies de corrosió, bé d'abans del

despreniment, o bé amb posterioritat. A continuació exposam el catàleg de formes trobades als sectors estudiats de la cova.

### 8.7.1. MEGAFORMES

Organització de les xarxes endocàrstiques

#### 8.7.1.1. Cavitats ramiformes (*ramiform caves*)

La cova de sa Gleda presenta una direcció general predominant NE-SO, això és paral·lela a la costa i a una distància de la mar d'uns 1,7 km (Fig. 8.1). Globalment podem definir la cova com una xarxa de buits freàtics i sales d'esfondraments amb una disposició ramiforme, en el sentit emprat per PALMER (1991 i 2007), encara que a menor escala són molt freqüents a la cavitat les morfologies de dissolució de caràcter espongiforme (Fig. 8.14). El patró planimètric *ramiforme*, es degut bàsicament a la coalescència gairebé aleatòria d'unitats volumètriques d'esfondrament més o manco independents (GINÉS & GINÉS, 2007). Aquest patró es troba fortament condicionat per la litologia dels materials del Miocè superior, mostrant-se amb molta claredat en les fàcies de front d'escull (GINÉS *et al.*, 2008, 2009b), dotades d'elevades porositat i permeabilitat com a conseqüència de la dissolució de les construccions de coralls.

A les sales i galeries actuals s'observen poques directrius estructurals clares que controlin el seu desenvolupament (Fig. 8.5). Fins i tot a galeries poc evolucionades, com és el cas de les galeries de les Haloclines (sector de Ponent) i dels Gemecs (sector Clàssic), no es

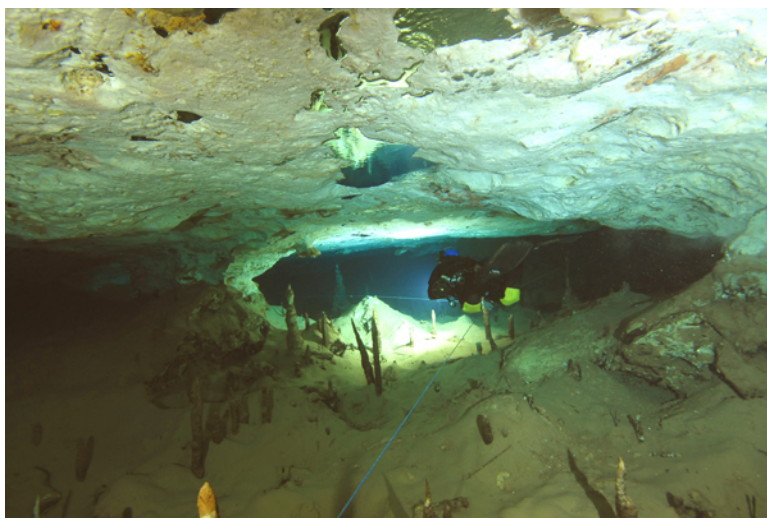


Figura 8.15: Galeria freàtica de secció el·líptica al circuit dels Pirates, en el sector Clàssic.

veuen direccions predominants. A més a més els esfondraments de sales i galeries han desmantellat una bona part d'evidències sobre les primeres fases de l'excavació de la cavitat i contribueixen en gran mesura a crear l'aspecte anàrquic del conjunt (Fig. 8.28).



Precisament els sectors que presenten a la topografia un aspecte menys ramiforme actualment són els menys estudiats topogràficament i exploratòria. Suposam que els futurs estudis dels dos sectors que falten (sector de la Unió i sector de Gregal) contribuiran a donar un més complet aspecte ramiforme general.

## 8.7.2. MACROFORMES

Morfologies de corrosió d'ordre hectomètric a decamètric.

### 8.7.2.1. Galeries freàtiques de control estructural tectònic i/o estratigràfic (generant seccions verticals, horitzontals o ambdues combinades alhora) (*phreatic networks*)

Podem diferenciar dos grans grups de galeries de control estructural, encara que poden combinar-se alhora. Les galeries a on predomina el control estructural tectònic, a partir de fractures, o bé l'estratigràfic, és a dir a on la corrosió aprofita els plans d'estratificació (Fig. 8.16). En el primer tipus les fractures han servit de línia de menor resistència per a la corrosió en la zona de mescla i donarien lloc a les galeries que en secció transversal tenen tendència normalment vertical. A la cova, les galeries de

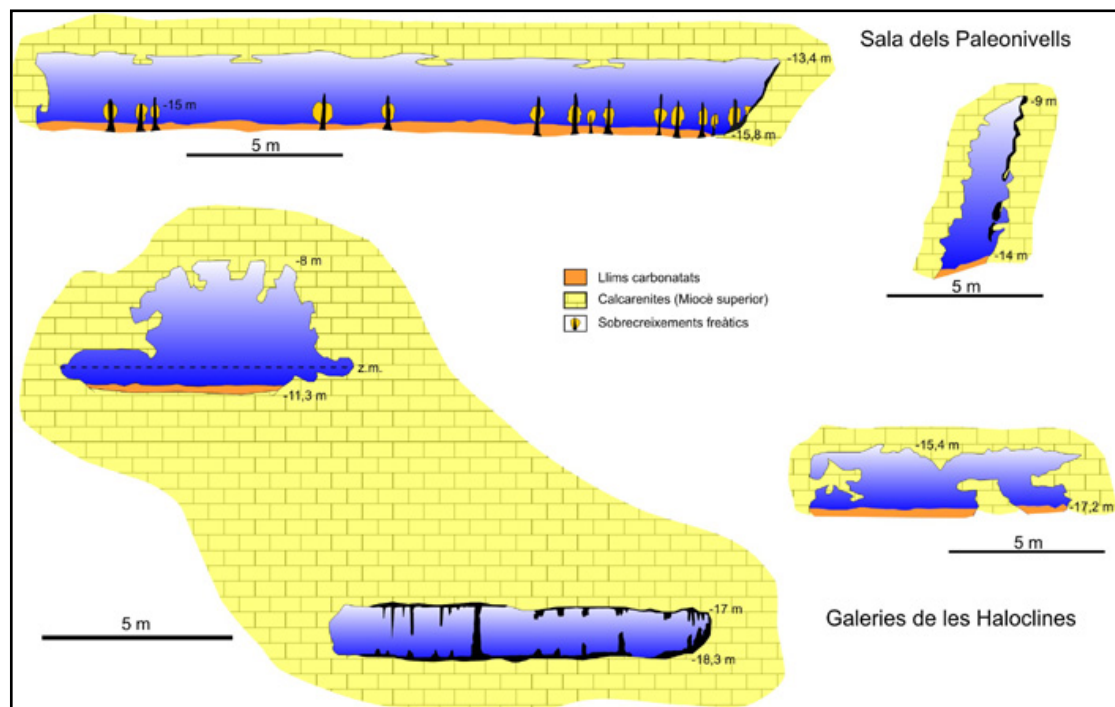


Figura 8.16: Galeries freàtiques de control estructural.

control estructural tectònic es troben a alguns trams de les galeries de les Haloclines, galeries laterals a la galeria Cinc-cents, entre -12 i -18,5 m. Podem afirmar que la cova és pobre en galeries d'aquesta tipologia en comparació amb altres grans coves del Llevant i Migjorn, com és el cas de la cova des Coll localitzada a Felanitx (GRÀCIA *et al.*, 2005) o a la cova des Pas de Vallgornera a la marina de Lluçmajor que podríem incloure en cavitats ramiformes controlades estructuralment.



Figura 8.17: Darrers vestigis d'una galeria freàtica de secció el·líptica al circuit dels Pirates, en haver-se dissolt quasi per complet l'envà de separació i afegir-se a un àmbit major.

En el segons tipus, galeries freàtiques de control estratigràfic, molt més importants a la cova de sa Gleda, els plans d'estratificació generen galeries o sales baixes i àmplies (sala dels Paleonivells, laminadors prop del pas de l'Apocalipsi, part de les galeries de les Haloclines). A la cova de sa Gleda es localitzen a distints nivells d'espeleogènesi. D'aquesta manera, a les galeries dels Paleonivells el nivell del sostre està a -13,4 m i el terra a -15,8 m; a les galeries de les Haloclines entre -17 m i -18,3 m.

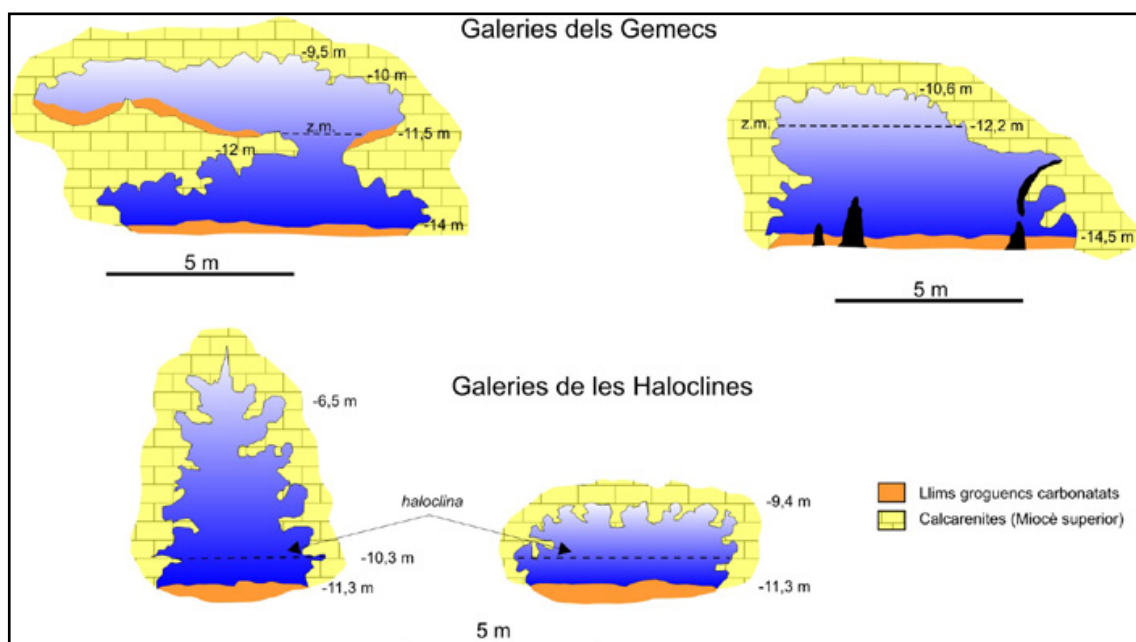


Figura 8.18: Galeries freàtiques de secció circular, el·líptica o irregular.

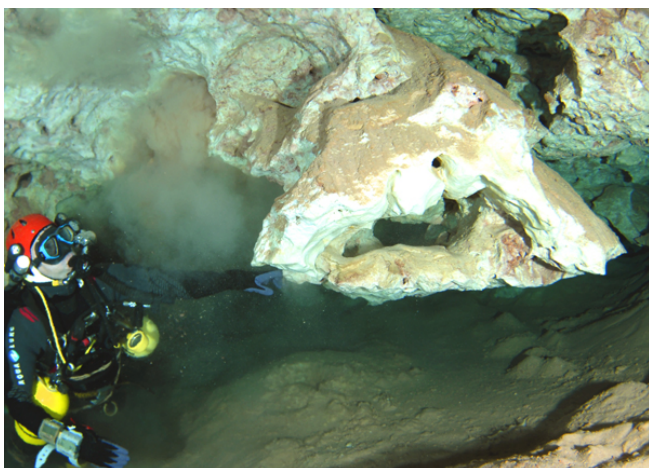


Figura 8.19: Morfologies espongiformes a un lateral de la galeria Cinc-cents.

### 8.7.2.2. Galeries freàtiques de secció circular (*tubular passages*)

Presenten generalment seccions circulars, semicirculars o el·líptiques (Figs. 8.15, 8.17, 8.18). A la cova de sa Gleda hi ha algunes que tenen una secció més irregular, sense una forma clara. En la seva gènesi no ha intervingut de forma tan activa el control estructural o

estratigràfic, encara que és freqüent que hi siguin presents les diàclasis. En alguns llocs de la cova es veuen fenòmens de coalescència entre antigues galeries paral·leles (circuit dels Pirates, Fig. 8.17) o entre galeries superposades procedents de diferents nivells d'espeleogènesi, com succeeix en alguns llocs de les galeries dels Gemecs (Fig. 8.18). S'ha de tenir esment de no confondre aquestes galeries amb galeries d'esfondrament, a on en secció també s'aconsegueix la mateixa forma però per un mecanisme de reajustament gravitacional i no de dissolució. Es localitzen a la cavitat a algunes zones del circuit dels Pirates, galeries dels Gemecs i galeries de les Haloclines. A la cavitat es troben a diferents nivells d'espeleogènesi, així a les galeries dels Gemecs s'ha observat un nivell de galeries entre -9,5 m i -11,5 m i un altre entre -12 m i -14 m. Aquests es troben fusionats en alguns indrets (Fig. 8.18). Aquest nivell coincideix amb el que presenten algunes de les galeries més occidentals de les Haloclines, també entre -9,4 m i -11,3 m. Per contra, la galeria més oriental de les Haloclines, està compresa entre -15,4 m i -17,2 m.

## 8.7.3. MESOFORMES

Morfologies de corrosió d'ordre decamètric a mètric

### 8.7.3.1. Cambres freàtiques circulars (*phreatic chambers, globular chambers*)

Són unitats de dissolució semi-independents de forma circular i de sostre generalment baix. Es presenten sovint fusionades o associades a altres morfologies de

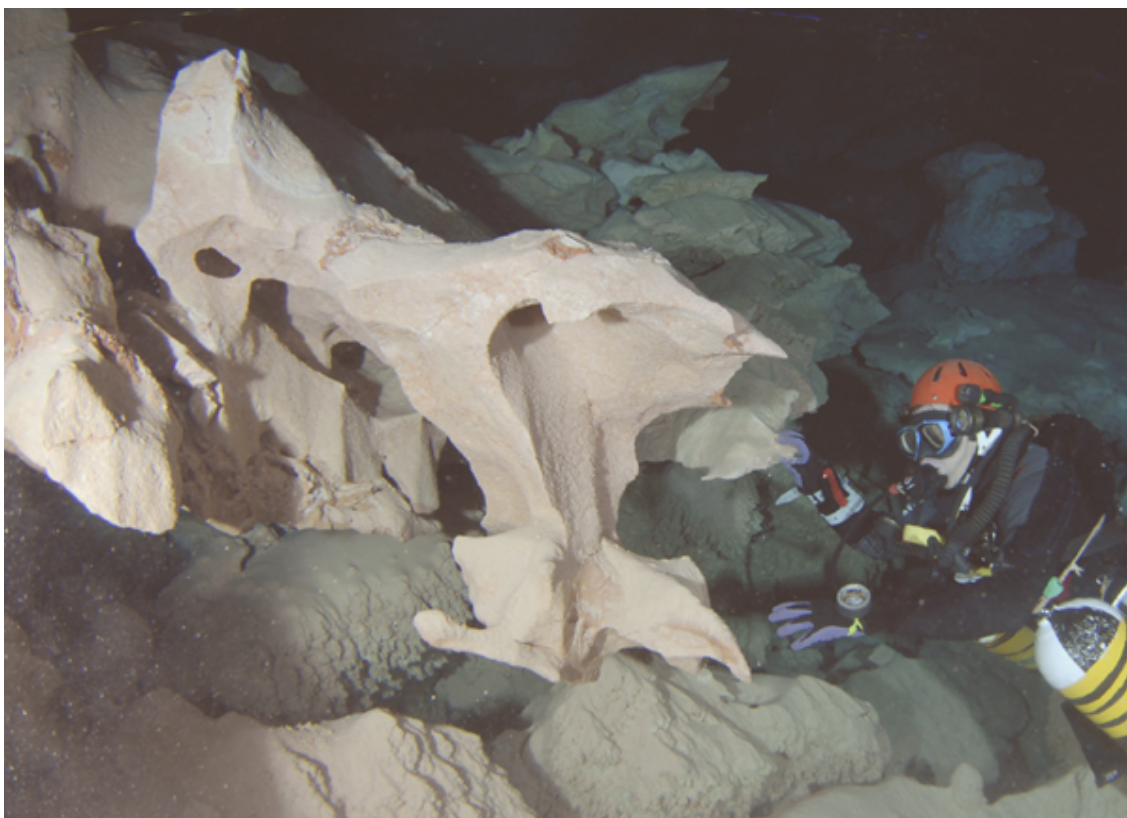


Figura 8.20: Roca de gran duresa i en bon estat afectada per morfologies espongiformes a la galeria dels Degotissos (sector de Ponent).

corrosió. A la cova de sa Gleda es localitzen escampades a diferents indrets, com és el cas de les galeries de les Haloclines.

#### **8.7.3.2. Conductes seminals o iniciadors**

És l'estadi previ a la formació d'autèntiques galeries, fet que es produeix per la continuació dels processos de corrosió i coalescència de conductes. L'aparença és de galeries freàtiques de control estructural o bé galeries freàtiques de secció circular però, per les seves reduïdes dimensions no són penetrables per a l'home, encara que longitudinalment poden assolir longituds considerables. A la cova es poden observar repartides per tots els sectors. A les galeries de les Haloclines es veu clarament la gènesi de conductes seminals a la mateixa cota (-14 m) que una regata de corrosió molt marcada.

#### **8.7.3.3. Envans de dissolució (*rock spans*)**





Figura 8.21: Regata de corrosió ben marcada i molt clara, que es troba a una profunditat sota l'actual nivell freàtic entre -13,5 m i -14 m a una de les galeries de les Haloclines (sector de Ponent). a) Ha afectat, entre d'altres espeleotemes, un gran massís estalagmític, envoltat per aquest solc perfecte. b) Vàries columnes han estat seccionades per la dissolució de l'aigua a l'alçada d'aquesta regata. c) Interessa per igual a la roca mare de les parets i als espeleotemes. d) Està associada a la gènesi d'alguns túnics i galeries iniciadores.

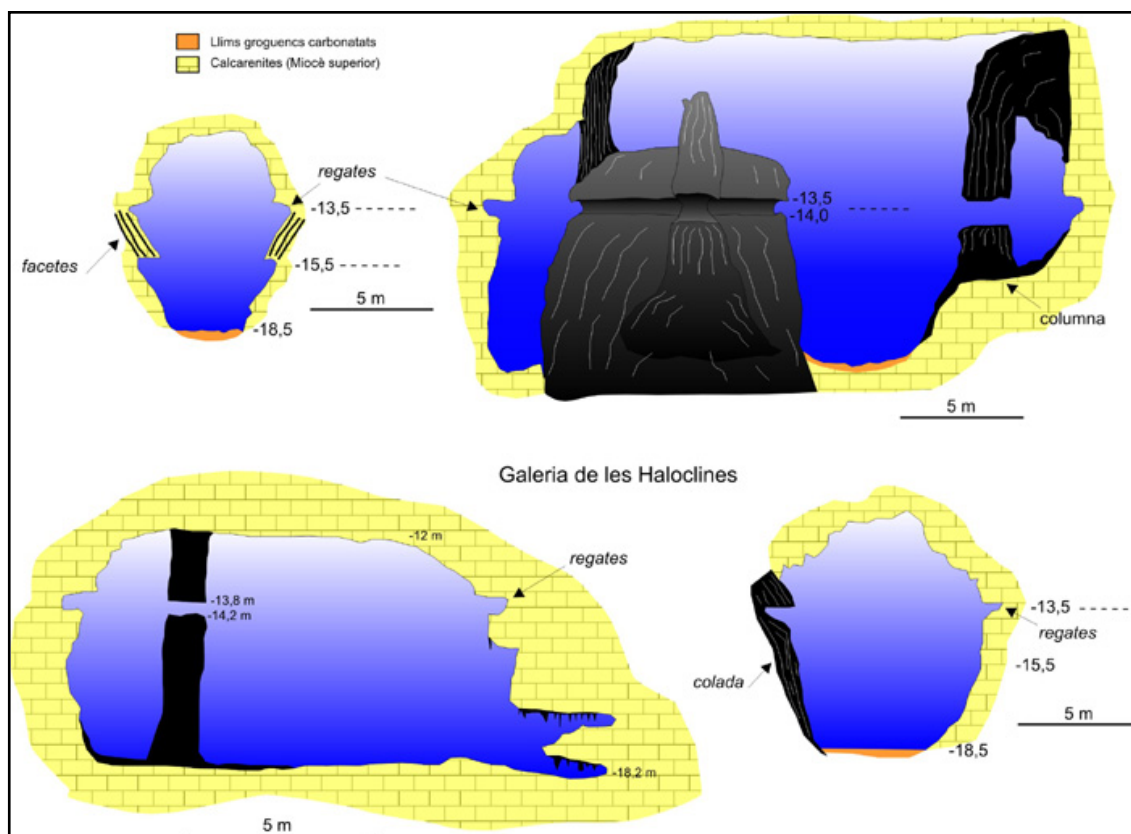


Figura 8.22: Regata de corrosió a diferents seccions de la galeria de les Haloclines.

Són les parets que separen galeries o cambres paral·leles, que a mesura que avança la dissolució de la roca es van tornant més primes, fins que es van desdibuixant en foradar-se o bé cauen en perdre sustentació. Mostren, per tant, segons l'estadi evolutiu diferents estadis de dissolució i es presenten associades a altres morfologies de corrosió com ara ponts i arcs (que permeten veure o passar d'una galeria a l'altra) i també columnes de roca, penjants, pinacles i esperons (Fig. 8.17). Un envà molt típic és el que es localitza a la galeria Cinc-cents a l'Estretor, un indret a on la roca actualment es troba en un estat molt descompost.

#### 8.7.3.4. Columnes de roca (*rock pillars*)

Es tracta de morfologies de corrosió formades per roca mare que connecten sostre i pis. Sovint són formes que s'han generat a partir d'envans en avançat estat d'evolució. Són molt abundants i es troben repartides pels diferents sectors.

#### 8.7.3.5. Ponts (*bridges*)

Són restes de la massa rocosa d'ordre mètric a decamètric que abans separava àmbits pròxims. En ocasions procedeixen d'envans. Si es troben en una cota a on es produeix la dissolució de la roca, se seguiran eixamplant o bé cauran per inestabilitat contribuint a l'increment del buit. El seu desmantellament per corrosió origina esperons.

Són especialment freqüents a les galeries dels Gemecs i s'han format per la destrucció del pis que separava dos nivells superposats de galeries.

#### **8.7.3.6. Morfologies espongiformes (*spongework*)**

Són molt diferents les anomenades morfologies espongiformes considerades mesoformes (d'ordre decamètric), de les microformes (d'ordre mètric a centimètric). En el primer cas, a nivell de mesoformes denominam amb aquest nom a zones de les galeries o sales amb elevada densitat de morfologies de corrosió de mida més petita, com són els penjants, esperons, columnes de roca, tupins de paret i sostre, pinacles, conductes seminals, envans de dissolució o altres mesoformes i microformes. A la cavitat, algunes zones de les galeries de les Haloclines, galeries dels Gemecs i alguns indrets de la galeria de les Còniques i de la galeria Cinc-cents es poden incloure en aquesta tipologia (Figs. 8.19 i 8.20). Curiosament, algunes galeries presenten aquestes morfologies mentre que a altres galeries molt properes hi falten totalment.

#### **8.7.3.7. Regates de corrosió (*corrosion notches*)**

Es tracta de solcs horitzontals a les parets de roca, que s'han format per la corrosió a una zona d'haloclines o bé en la superfície del nivell freàtic. El fet de que no coneixem cap cova litoral de Mallorca a on aquest fenomen es produeixi actualment a nivell epifreàtic, fa que pensem que es generen a les zones de mescla d'aigües.

Així a la cova Genovesa se n'han observat als -7,8 m i als -10,5 m associades a facetes i pentinades de roca (GRÀCIA *et al.*, 2003b). També estan citades a la cova des Moro a +23,5 i +23,9 m (TRIAS, 2000). Se n'han trobat a la cova des Coll aproximadament a uns -3 m respecte del nivell actual de la mar; altres cotes de regates menys importants s'han localitzat a -0'5 m (galeria de les Formacions i galeria del Segon Pou) i a - 2'2 m (galeria dels Encomanats a Déu), ambdues pertanyents al sector del Patatums. Estan associades amb les morfologies anomenades canals subverticals de dissolució o



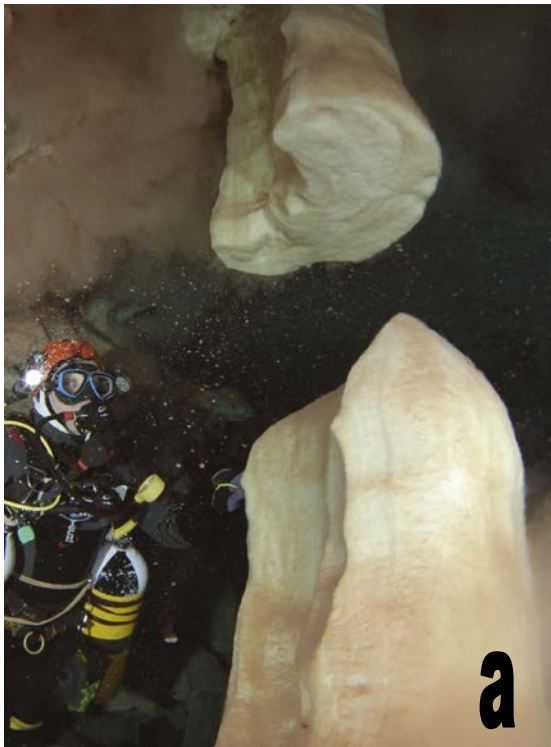


Figura 8.23: a) Columna tallada a la mateixa cota (-13,5 m) que les morfologies de la Figura 18. b) La regata a una de les parets. c) El solc es manté perfectament definit al llarg de més de 150 m de galeria.



“pentinades de roca” (GRÀCIA *et al.*, 1997; GRÀCIA *et al.*, 2005; MERINO, 2006). És del tot indicatiu el fet que a la cova des Coll, la distància a la mar és petita i per altra banda la connexió directa amb la mar produeix que els corrents se’n portin ràpidament l’aigua més dolça i les haloclines estiguin a molt poca fondària. Aquest fet explicaria la cota tan baixa de les regates de corrosió presents en aquella cova.

A la cova de sa Gleda algunes de les existents són regates ben marcades i molt clares. La localització més bona és la que es troba al llarg de més de 150 m de la galeria més central de les galeries de les Haloclines, a la cota entre -13,5 i -14 m, i penetra a les parets i espeleotemes entre 0,3 m i 1 m. La regata, molt marcada i horitzontal, ha afectat per igual a la roca mare de les parets i als espeleotemes. Vàries columnes han estat seccionades per la dissolució de l’aigua a la franja corresponent a aquesta regata (Figs. 8.21b, 8.22 i 8.23a). També han afectat entre altres espeleotemes un gran massís estalagmític, envoltat per aquest solc perfecte (Figs. 8.21 i 8.22). La regata continua per les dues parets d’una àmplia galeria, estant associada a la gènesi d’alguns tupins i galeries iniciadores (Fig. 8.23). En alguns llocs se situen per davall facetes associades. Curiosament la roca rogenca de tota la galeria és de gran duresa i presenta molt poques morfologies de corrosió llevat de les que ara comentam. Per contra, les altres galeries veïnes, amb profusió de morfologies de dissolució, tenen la roca en avançat estat de descalcificació i no posseeixen regates.

#### **8.7.3.8. Facetes (*solution facets*)**

Associades generalment a les regates de corrosió de les quals parteixen i constitueixen el seu límit inferior (Fig. 8.22). Longitudinalment segueixen les galeries freàtiques estructurals i les galeries freàtiques de secció circular i es disposen a ambdós costats formant parets fortament inclinades (*facets*). Les facetes de la cova de sa Gleda, localitzades fins ara a les galeries de les Haloclines, no presenten canals subverticals de dissolució. La distància que separa les dues parets de les galeries on es troben sol estar entre 6 i 15 m. L’alcària de les facetes està compresa entre -13,5 m i -14 m. A un lateral de la galeria Cinc-cents es troben facetes entre -7,5 m a la part superior i -8,5 m al límit inferior.

#### **8.7.4. MICROFORMES**

Morfologies de corrosió d’ordre mètric a centimètric.

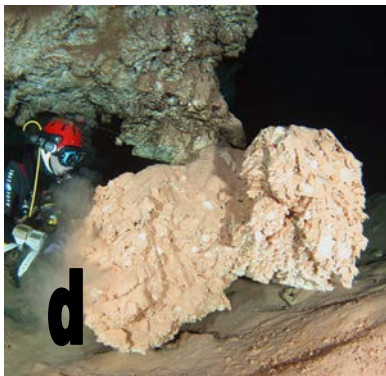


Figura 8.24: a) Penjant molt evolucionat prop de la sala Francesc Ripoll. b) Penjants en roca descalcificada, molt desfets per la corrosió a la galeria de les Còniques. c) Penjant generat per les restes d'un envà vertical que separava dues galeries freàtiques al circuit dels Pirates (sector Clàssic). d) Penjant de gran mida recobert de concreció freàtica i sediment a un lateral de la galeria de les Còniques. e) Esperó evolucionat a partir de les restes d'un envà horitzontal a la galeria de les Còniques (sector Cinc-cents).

#### **8.7.4.1. Morfologies espongiformes (*spongeworks*)**

Estan formades per un conjunt pròxim d'irregularitats (forats, concavitats, protuberàncies, anells, tubs i altres) presents a la volta, parets o pis de galeries i sales. A la cova de sa Gleda es troben a zones molt concretes de la galeria dels Degotissos, galeries de les Haloclines i de la galeria Cinc-cents (en aquest cas sobre blocs caiguts).

#### **8.7.4.2. Arcs (*archs*)**

Els arcs són de mida més petita que els ponts. Es generen per la dissolució progressiva d'altres morfologies, com són els envans de dissolució, columnes de roca, pinacles, cúpules de corrosió, entre d'altres possibilitats. Per coalescència d'arcs es poden arribar a convertir en ponts. Estan presents per tots els sectors de la cavitat.

#### **8.7.4.3. Penjants (*rock pendants*)**

Són morfologies de dimensions centimètriques a mètriques que com indica el seu nom pengen del sostre. La seva gènesi a la cova de sa Gleda procedeix de la corrosió diferencial del sostre en funció de diferències de litologia o per la corrosió dels envans i de les columnes de roca (Fig. 8.24). N'hi ha alguns de gran mida, que superen els 1,5 m, que semblen restes de columnes de roca o envans, al circuit dels Pirates (Fig. 8.24c). Els més espectaculars, producte de dissolució diferencial, es localitzen a la galeria Cinc-cents, uns 50 m passada la galeria de les Plomes. Altres zones amb abundants penjants, entre altres moltes morfologies de corrosió, es troben a les galeries de les Haloclines en forma de punxes llargues i esmolades a una zona que per la posició de les haloclines i l'estat de la roca semblen en procés actiu de formació. A la cova de sa Gleda hem observat que abunden els penjants generats a zones localment de bretxes, a partir de clastos centimètrics i mètrics, els quals per corrosió diferencial sobresurten de forma molt marcada del sostre i parets (Fig. 8.25). Aquest tipus de penjants generats per la presència de bretxes són habituals a la galeria més oriental de les Haloclines i a les galeries dels Gemecs i part final de la galeria Cinc-cents, a on assoleixen mides espectaculars.

#### **8.7.4.4. Pinacles (*Cers*)**



Són l'equivalència oposada als penjants, però en aquest cas parteixen del terra i ascendeixen cap al sostre. Les protuberàncies, de dimensions centimètriques a mètriques, solen ésser molt menys abundants i freqüents que els penjants. Es generen a partir de la corrosió dels envans i de la part inferior de les columnes de roca en avançat procés de dissolució, encara que poden provenir també d'altres morfologies. A la cova de sa Gleda són molt poc habituals i n'hi ha alguns exemplars a les galeries de les Haloclines i a les galeries dels Gemecs.

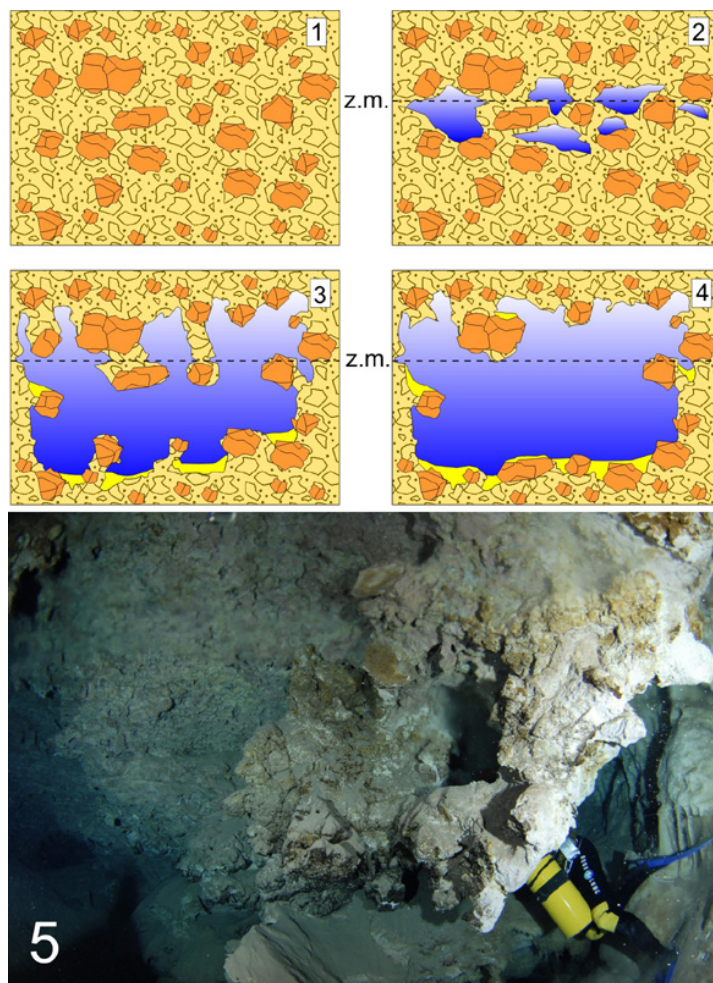


Figura 8.25: Model de formació d'algunes morfologies de corrosió condicionades per la influència d'una litologia bretxada. Aquestes determinen una corrosió diferencial i sobresurten més que la resta de roca, ja dissolta.

#### 8.7.4.5. Esperons (*rocky jags*)

Podem incloure'ls dins la mateixa família que els penjants i pinacles, si es procedeix a girar-los 90°. Es tracta per tant de prominències laterals generades sovint a partir de l'evolució de la dissolució progressiva de ponts, arcs i envans desmantellats parcialment o total (Fig. 8.24e). A la cova de sa Gleda s'han observat també generats per corrosió diferencial a partir de bretxes (Fig. 8.25). Són freqüents a totes les galeries, encara que abunden a les galeries de les Haloclines, galeries dels Gemecs, laterals de la Galeria Cinc-cents i de la galeria de les Còniques.



#### **8.7.4.6. Concavitats poc marcades (*subdued pockets*)**

Les diferenciam dels tupins, dels quals consideram un estadi previ que pot arribar en certs casos a formarlos. No es troben clarament individualitzades unes de les altres, com en el cas dels tupins. Són depressions semiesfèriques circulars, el·líptiques o irregulars centimètriques que penetren poc dins la roca. La longitud o amplària supera sempre la fondària de la concavitat. Es presenten recobrint superfícies extenses de les parets i sostres de galeries i sales.

#### **8.7.4.7. Cúpules de corrosió (*cupolas*)**

Depressions semiesfèriques, circulars o allargades, de mida decimètrica a mètrica, que poden penetrar considerablement dins la roca. Les diàclasis poden condicionar la gènesi d'associacions de cúpules de secció d'arc gòtic. En la seva gènesi se suposa que tenen un paper important les aportacions d'aigua zenital que en contacte amb l'aigua freàtica condicionaria una zona corrosiva. A la cavitat, no són molt freqüents. Es localitzen algunes d'aïllades al sostre de la galeria de les Còniques; la galeria Cinc-cents, entre d'altres llocs.

#### **8.7.4.8. Tupins de paret, sostre i pis (*wall pockets, ceiling pockets, floor pockets*)**

Petits clots circulars o el·líptics centimètrics, i que en ocasions penetren en forma de cilindres. És freqüent que presentin coalescències o dependències (*composed pockets*) i superposicions (*pocket levels*). Segons la localització espacial a les sales i galeries cal puntualitzar si són de parets, sostre o pis (*wall pockets, ceiling pockets i floor pockets*). Es troben per tots els sectors de la cavitat.

### **8.8. Espeleotemes indicadors de nivells de corrosió**

Al sostre i parets de gran part de la cavitat es veuen restes de la corrosió que han sofert els espeleotemes, sobre els quals s'han generat, en ocasions, morfologies de corrosió sobreposades. A la galeria Cinc-cents es troben els espeleotemes en bon estat



Figura 8.26: Columna afectada per un important aprimament causat per la dissolució en la zona de mescla. Sembla que aquest procés és actualment vigent, ja que l'haloclina actual coincideix amb la franja de màxima corrosió dels espeleotemes. Sala Francesc Ripoll.

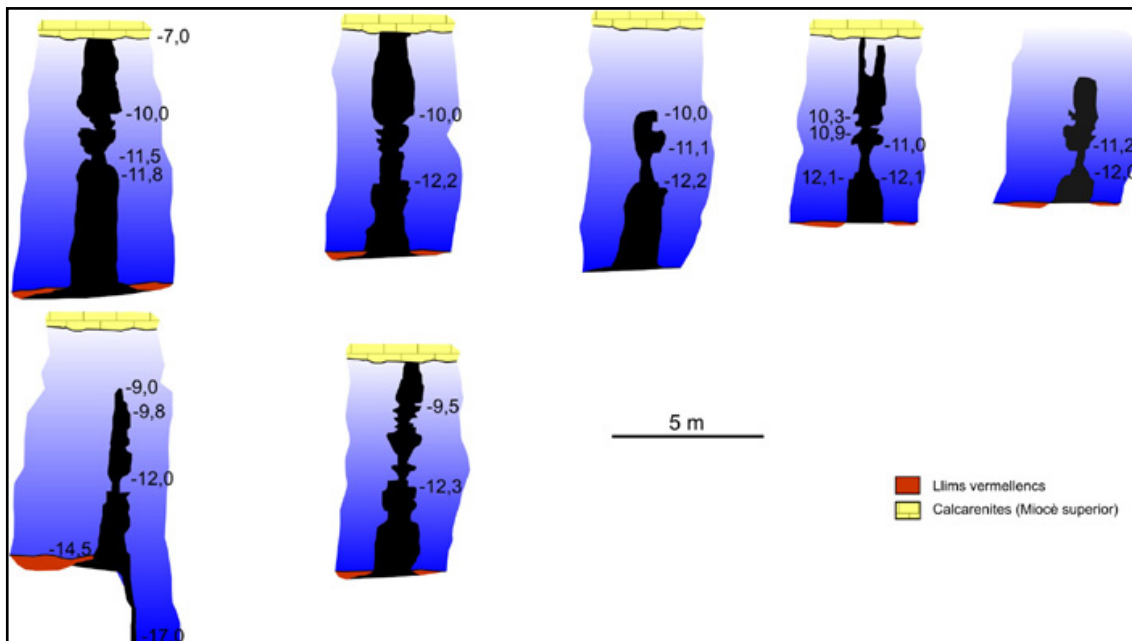


Figura 8.27: Dibuix amb columnes i estalagmites menjades per la dissolució de la zona de mescla en la sala Francesc Ripoll.

entre els -2,5 i els -6,8 m, en forma d'estalactites fistuloses, banderes i altres tipus d'estalactites. Per davall d'aquesta cota estan en mal estat o totalment descalcificats, excepte els grans espeleotemes que es veuen afectats parcialment. A partir dels -14 m tornen a trobar-se ben conservats, sense marques de corrosió que els afectin. De fet, entre -14 m i -25 m és la franja a on es poden trobar sense alterar i en més quantitat.

A la galeria de les Haloclines els espeleotemes estan afectats, al igual que la roca mare, per una regata de corrosió que entre -13,5 m i -14 m ha generat un solc perfecte que envolta massissos estalagmítics, secciona columnes i afecta les colades parietals.

Una localitat molt il·lustrativa dels processos de corrosió actuals de la zona de mescla és la sala Francesc Ripoll. En funció de la migració vertical de les franges d'aigua depenent del règim de precipitacions, l'haloclina, situada aproximadament entre els -10,7 m i els -11,5 m (segons sigui estiu o hivern), ha deixat molt malmeses les columnes en una franja d'entre -10 m i -12,3 m. Així posseeixen un important aprimament causat per la dissolució que encercla les formacions secundàries (Figs. 8.26 i 8.27). Sembla que aquest procés és actualment vigent, ja que l'haloclina actual coincideix amb la franja de màxima corrosió dels espeleotemes.

## 8.9. Sales d'esfondrament

La cova de sa Gleda presenta, a grans trets, una morfologia repartida entre les galeries freàtiques de corrosió i les sales d'esfondrament. S'han estudiat tres dels cinc sectors de la cova i amb aquesta visió preliminar podem dir que la cavitat és un conjunt de sales d'esfondrament connectades directament entre sí o comunicades mitjançant galeries freàtiques, bé de secció circular, el·líptica o irregular o bé de control estructural (Fig. 8.28).

A les sales d'esfondrament els materials despresos s'acumulen en el centre per formar caramulls cònics d'enderrocs o per produir rostos de blocs laterals si els esfondraments són asimètrics (Fig. 8.29). A les galeries aquests materials acaramullats es poden allargar al llarg de centenars de metres. L'estucament dels sostres i parets per inestabilitat i falta de sustentació dona lloc a voltes i sales de seccions arrodonides per intentar assolir l'equilibri mecànic. La tendència de creixement del buit es produeix sempre en sentit ascendent, per la qual cosa les àrees inicials d'espeleogènesi s'han de localitzar sempre a cotes més baixes respecte del nivell actual del pis de la cova. En el transcurs d'aquesta ascensió progressiva, la cavitat pot assolir en ocasions l'exterior, tal com ha succeït amb la sala d'Entrada i amb tres antigues entrades tancades per blocs i pedres. Aquest procés de col·lapse s'ha pogut relacionar, gràcies a la topografia, amb diverses dolines d'esfondrament, de grans dimensions, que afecten a la superfície del terreny circumdant. Es tracta de pretèrites galeries i sales de la cova que s'enfonsaren fins afectar a la superfície, formant-se depressions allargades. Aquestes dolines d'esfondrament van ésser modificades en ocasions per a realitzar tasques agrícoles i per abocar les pedres i altres restes de les tasques de despedregar els camps propers. La relació es pot comprovar en superposar la part final d'aquestes galeries, tancades per blocs, amb la ubicació geogràfica de les dolines d'esfondrament (clot des Cendrar I, clot des Cendrar II i clot dels Ullastres), que coincideixen respectivament amb la sala del Cendrar, galeria de les Còniques i la cambra dels Moros).

Les sales d'esfondrament o *collapse chambers* (GINÉS, 2000a; GINÉS i GINÉS, 2007) constitueixen uns dels fenòmens més característics dins l'evolució morfogènica del carst del llevant i migjorn de Mallorca.

Els processos d'evolució de les cavitats litorals estan molt influenciats per les oscil·lacions glacioeustàtiques, ja que l'alternança d'episodis d'inundació i assecament reiterats dels buits comporten la major o menor sustentació dels sostres i per tant la





Figura 8.28: Delimitació de les grans unitats d'esfondraments dels sectors estudiats.



Figura 8.29: Rost de l'esfondrament que per molt poc no tanca el pas a la galeria Cinc-cents

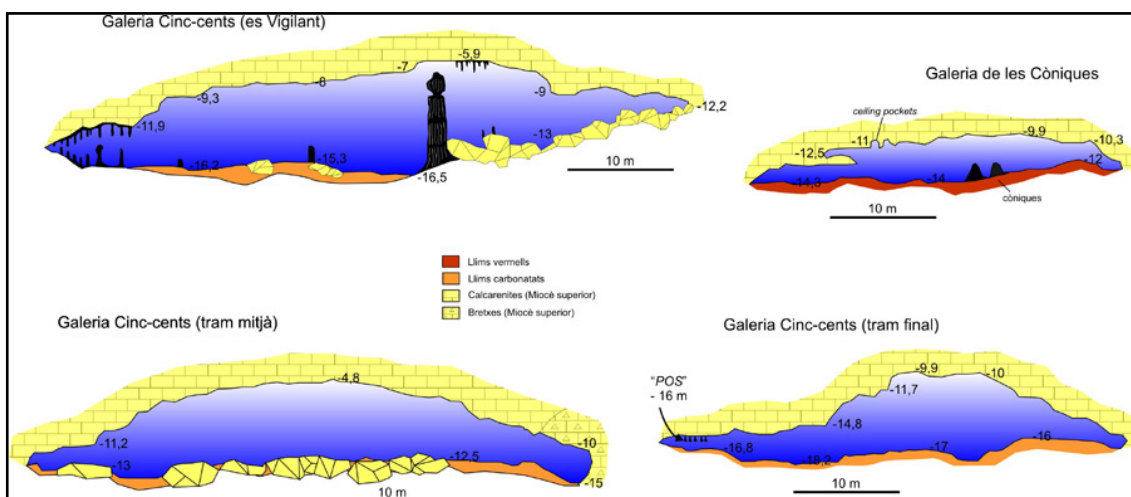


Figura 8.30: Seccions de galeries d'esfondrament.



Figura 8.31: La galeria Cinc-cents està configurada per la unió d'esfondraments difícils d'individualitzar. Molts dels blocs superen els 15 m de longitud.

facilitat d'esfondrament. Als períodes vadosos coincidents amb cicles freds en què els sostres deixen de tenir la sustentació de l'aigua, es produiria un important increment dels processos d'esbucament i creixement ascendent. El volum del con d'esfondrament és molt més gran que el volum de l'espai buit produït, perquè la quantitat considerable de blocs i altres materials de l'esbaldregall deixen molts d'espais buits entre ells.

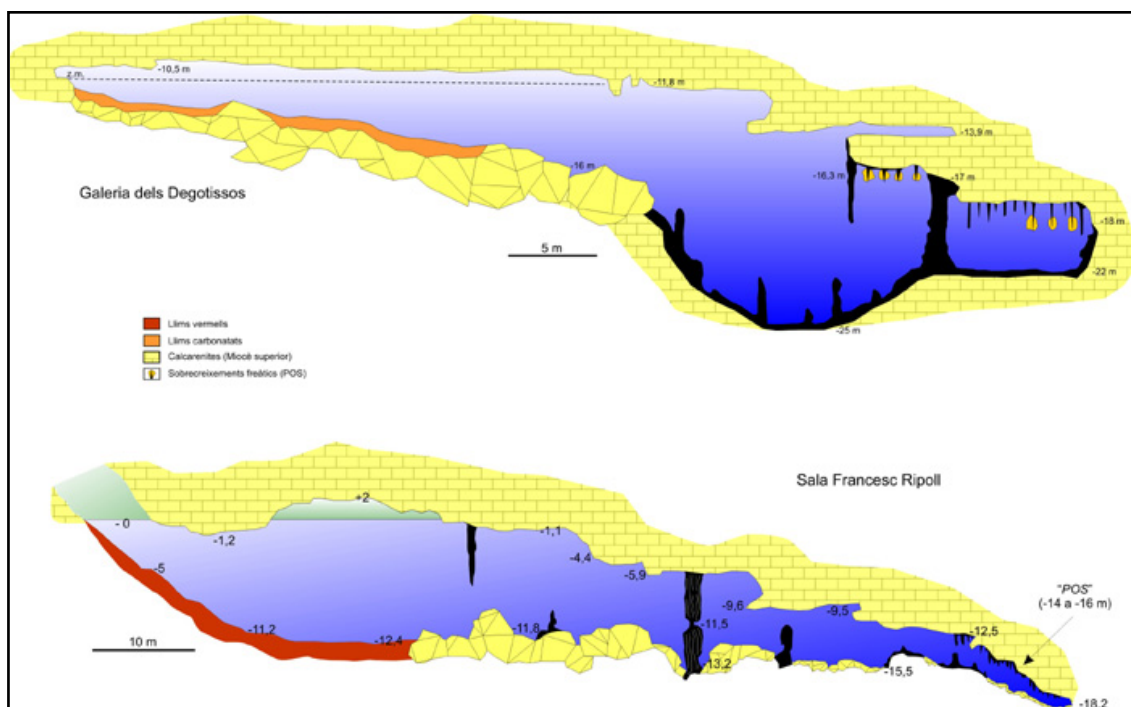


Figura 8.32: Seccions de galeries d'esfondrament.

L'ampliació de les cavitats només és possible si actuen també mecanismes que impliquen la retirada de la roca mitjançant la seva dissolució. A la cova de sa Gleda el volum de roca que s'ha dissolt, una vegada després, ha estat molt elevat per poder permetre la formació dels impressionants volums presents. La importància de la litologia ha estat també del tot rellevant en la distribució de zones més solubles atacades preferencialment per l'agressivitat de la zona de mescla. Així, aquests col·lapses coincideixen generalment amb les fàcies de roca més solubles respecte de les zones amb galeries freàtiques menys afectades pels processos de col·lapse. A la galeria Cinc-cents alguns dels blocs superen els 15 m de longitud.

A la cova es poden reconèixer, mitjançant l'observació i l'anàlisi detallada de la topografia, l'existència de diverses unitats d'esfondraments independents. Les grans unitats d'esfondrament dels tres sectors estudiats són (Fig. 8.28): la sala d'Entrada (unitat 1), la sala Francesc Ripoll (unitat 2), la sala dels Dos Llacs (unitat 3), la galeria dels Degotissos (unitat 4), la sala del Cendrar (unitat 5), la cambra dels Moros (unitat 6), la galeria de les Còniques (unitat 7) i la unió d'esfondraments, mals d'individualitzar, que han creat la galeria Cinc-cents (unitat 8).

La quantificació relativa dels esbucaments és possible per l'anàlisi de les dades mètriques d'aquests mitjançant la topografia (Fig. 8.28). No sempre coincideixen

pròpiament el topònim amb la unitat d'esfondrament, ja que en ocasions una unitat agafa una zona més àmplia (exemples: la cambra dels Moros o la sala d'Entrada) i de vegades una galeria o sala comprèn altres espais sense influència directa de l'esfondrament (exemples: la galeria de les Còniques i la sala Francesc Ripoll).

Així, la major zona d'esfondraments és la galeria Cinc-cents (unitat 8) per la qual la unió d'esfondraments representa unes mides màximes de 500 m x 80 m i 12 m d'alçària. A partir d'una mitjana de 40 m d'amplària, els 500 m de longitud suposen una àrea de 20.000 m<sup>2</sup>. El volum de la galeria, agafant una alçada mitjana de 7 m representa 140.000 m<sup>3</sup>. Altres esfondraments que es poden individualitzar tenen les següents dades de superfície: la sala d'Entrada (unitat 1) 90 m x 80 m = 7.200 m<sup>2</sup>; la sala Francesc Ripoll (unitat 2) 100 m x 90 m = 9.000 m<sup>2</sup>; la sala del Cendrar (unitat 5) 90 m x 80 m = 7.200 m<sup>2</sup>; la sala dels Dos Llacs (unitat 3) 120 m x 80 m = 9.600 m<sup>2</sup>; la galeria dels Degotissos (unitat 4) 90 m x 70 m = 6.300 m<sup>2</sup>; la cambra dels Moros (unitat 6) 120 m x 80 m = 9.600 m<sup>2</sup>; la galeria de les Còniques (unitat 7) 80 m x 80 m = 1.600 m<sup>2</sup>.

Aquests valors curiosament són molt aproximats als de les 8 unitats d'esfondrament individualitzades del sistema Pirata – Pont – Piqueta també de la marina de Manacor (GRÀCIA *et al.*, 2006a). Com a exemples representatius d'aquell sistema esmentarem: la unitat d'esfondrament de les coves del Pirata (unitat 9, GRÀCIA *et al.*, 2006a pàg. 44, fig. 17) 18.900 m<sup>2</sup>; unitat d'esfondrament de la sala del Tanga amb 8.800 m<sup>2</sup> (unitat 8, GRÀCIA *et al.*, 2006a pàg. 44, fig. 17); unitat d'esfondrament de la cova de sa Piqueta i la sala dels Caramells 13.500 m<sup>2</sup> (unitat 1, GRÀCIA *et al.*, 2006a pàg. 44, fig. 17). A la cova Genovesa, també a la marina de Manacor, farem esment dels 8.800 m<sup>2</sup> de la sala de les Rates-pinyades o els 3.600 m<sup>2</sup> de la sala Bonellia viridis (GRÀCIA *et al.*, 2003a). A la cova des Coll (marina de Felanitx) citarem la sala Benvinguda de 3.000 m<sup>2</sup> o la dolina d'Esfondrament de 5.600 m<sup>2</sup> (GRÀCIA *et al.*, 2005).

És ben probable, per no dir segur, que alguns esbaldrecs impedeixen accedir a àmbits de cavitats ara per ara inaccessibles als espeleòlegs. La superació dels esfondraments per tenir accés a altres zones inexplorades de les cavitats és una constant exploratòria dins l'espeleologia subaquàtica al llevant de Mallorca (Fig. 8.29). Importants novetats s'han descobert forçant esfondraments que impediien el pas (GRÀCIA *et al.*, 1998a; 1998b; 2000; 2003a; 2005; GRÀCIA i CLAMOR, 2001). Hi ha zones de la cova de sa Gleda amb elevades possibilitats d'haver estat separades de les seves continuacions per esbaldrecs de sostres i parets. És el cas de la part W de la sala



d'Entrada, possiblement la part W de la sala Francesc Ripoll, la sala del Cendrar i la galeria de les Còniques (que tanquen la continuació al llevant). Curiosament abans del descobriment del sector Cinc-cents, ja es tenia la premonició espeleològica que més enllà de l'actual pas d'en Judes hi havia la continuació de la cova.

En alguns llocs de la galeria Cinc-cents es veuen gran blocs caiguts amb paleonivells d'espeleotemes freàtics del Pleistocè superior inclosos, que ens situen l'edat màxima de la caiguda dels blocs. Els sostres evolucionats i els cons de materials despresos, estan pràcticament despullats d'espeleotemes a la sala dels Dos Llacs, cambra dels Moros, grans àrees de la galeria Cinc-cents i la sala de les Còniques. És probable que es tracti d'esfondraments recents, els quals encara no han tingut temps de recobrir-se per concrecionaments litoquímics. Hi ha proves de la continuïtat dels processos d'esfondrament en temps recents: un gran bloc caigut al costat del llac d'entrada a la cova es va desprendre sepultant un tub que s'emprava dècades enrera per a l'extracció d'aigua. Al sostre de la cova es pot reconèixer perfectament el lloc d'on procedeix. També s'aprecien clarament diversos esbucaments que han fet malbé part del camí que descendeix fins al llac.

## 8.10. Els sediments

La presència de sediments en els conductes, sales i galeries submergides de la cova de sa Gleda és molt freqüent. A primera vista s'hi observa una gran variabilitat segons l'indret de la cavitat en el qual ens trobem. Per aquest motiu, vàrem realitzar una sèrie de sondeigs, amb la penetració vertical de forma manual de tubs de PVC de 2 polzades de diàmetre per tal de poder caracteritzar tot el rebliment sedimentari que presenta la cavitat (Fig. 8.33). Un cop obtinguts els sondeigs, es van obrir, separar en dues meitats, una part va ser emmagatzemada i l'altra va ser mostrejada per a la seva anàlisi acurada. A l'hora d'avaluar la potència global dels sondeigs que queda reflectida a la figura mencionada s'ha de tenir present el procés de compactació que es dona en el moment de la penetració del sondatge amb la pèrdua d'aigua i en conseqüència una important disminució de la potència sedimentària del mateix, que en algun dels casos arriba a més del 70 %.

La metodologia emprada en l'anàlisi dels sediments ha estat la clàssica en la descripció dels continguts mineralògic, presència de matèria orgànica (LOI), color i anàlisi textural. Per a més detalls podeu consultar el treball de GRÀCIA *et al.* (2007b).

S'han fet també de forma puntual, observacions de microscòpia electrònica de rastreig (SEM).

Donada la forta variabilitat que presenten els sediments (Fig. 8.34), a l'hora de caracteritzar el rebliment sedimentari hem optat per una descripció cas a

cas, és a dir, de cada sondeig obtingut al llarg de tota la cavitat (Fig. 8.35), la qual cosa ens permetrà entendre de forma més planera la distribució sedimentària al llarg de la mateixa. Les dades de les anàlisis dels sediments es representen, això no obstant, de forma globalitzada (quan això és possible) per tal de simplificar i no repetir innecessàriament de forma individualitzada el mateix tipus i format de taules.

### 8.10.1. SONDATGE GL01

#### 8.10.1.1. Descripció

Aquest sondatge es troba localitzat al llac d'Entrada dins del sector Clàssic de la cavitat (Taula 1). Els seixanta centímetres

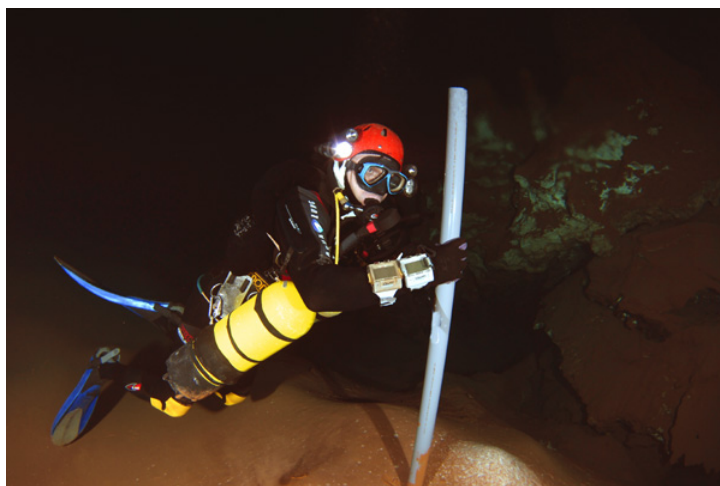


Figura 8.33: Seccions de galeries d'esfondrament.



Figura 8.34: Sondatges realitzats a la cova de sa Gleda. Vegeu-ne la localització a la figura 32.

de potència de sediments ( $> 1,5$  m abans de la compactació) que té aquest sondatge corresponen a una acumulació de llims argilosos de color marró vermellós i de composició silícica.

El sondatge mostra dos nivells clarament diferenciats i separats per una superfície d'erosió. El nivell superior, de 51 cm de potència presenta una alternança de nivells d'ordre centimètric amb coloracions que alternen de vermell obscur a marró vermellós fosc en humit i de marró clar a marró groguenc en sec (Fig.8.37). El seu contingut en matèria orgànica està al voltant del 10 % concentrant-se aquesta en làmines mil·limètriques que li confereixen en aquesta primera part una clara estructura varvada (Fig. 8.38). És freqüent la presència de llavors així com de restes de fibres vegetals. La textura del sediment (Fig. 8.39) està dominada pels fins (96,17 %) corresponent la resta a la fracció arena (3,83 %), amb una mitjana de mida de gra de  $12,26 \mu\text{m}$  (llims mitjans) i amb una mediana ( $D_{50}$ ) de  $5,42 \mu\text{m}$  que correspon a llims fins. El percentatge de contingut en argiles és del 42,44 % (Fig. 8.40). Aquests valors són més o menys constants en tot el nivell. Des del punt de vista de la composició mineralògica, el component principal és el quars amb uns valors que oscil·len de 42,9 % a 66,5 % amb

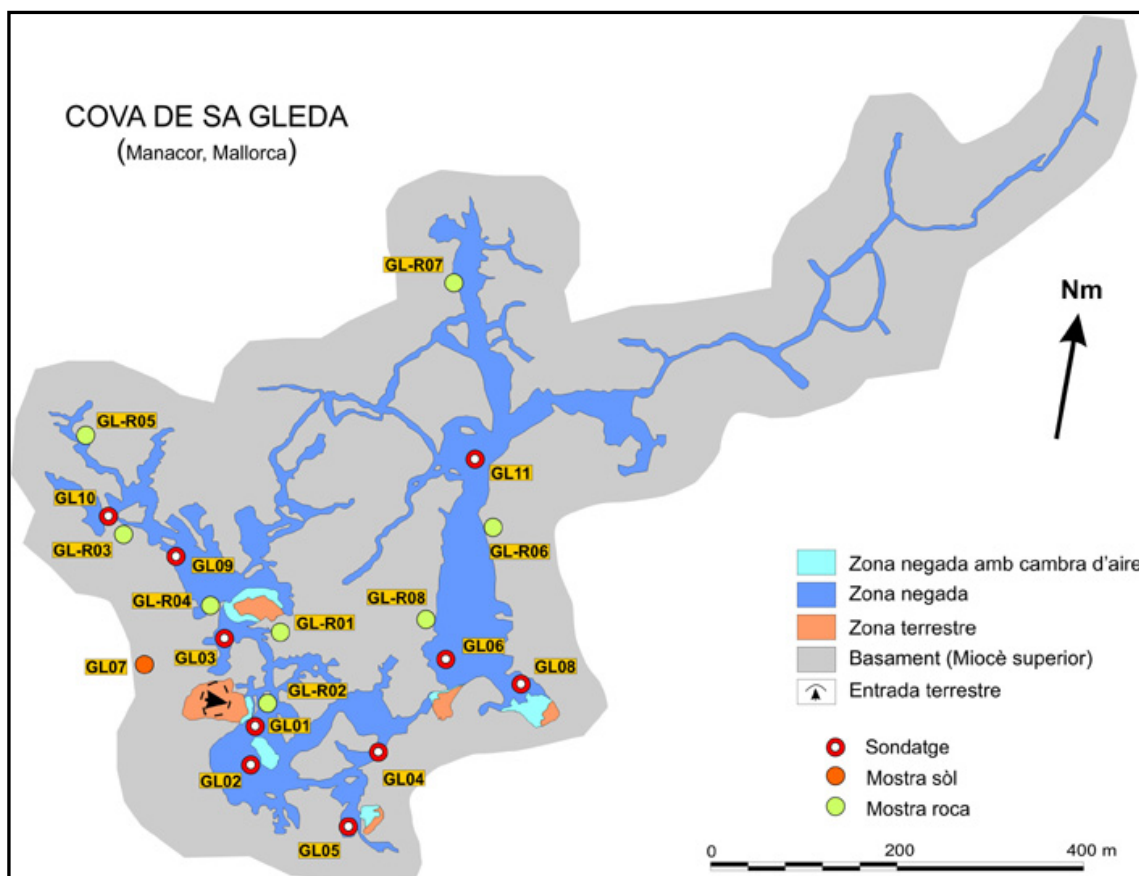


Figura 8.35: Localització de les mostres i sondatges realitzats a la cova de sa Gleda.



un valor mitjà de 48,9 %, estant en segon lloc els minerals de les argiles entre els que destaca la il·lita amb un valor mitjà de 10,9 % i la caolinita amb un 5,8 %. Els feldspats presenten un valor mitjà de 6,7 %, i entre els carbonats hi ha calcita amb baix contingut de magnesi (LMC) amb un 5,3 %, calcita magnesià (HMC) amb un 2,9 % i dolomita amb un 3,2 % de mitjana. També s'ha detectat anhidrita (2,9 %), halita (3,2 %) i altres minerals de grup de les argiles (probablement esmectites) amb valors mitjans inferiors al 1 %. En cap cas al llarg de tot el nivell s'hi observen diferències rellevants en la composició mineralògica (Fig. 8.8.41).

La zona de contacte entre el dos nivells presenta una sèrie de cicatrius erosives (Fig. 8.38) amb làmines clarament discordants i amb un nivell d'uns sis mil·límetres format per arenes de gra fi. Aquesta unitat clarament discordant dona pas al nivell inferior en el qual la laminació torna a ser horitzontal, i malgrat les característiques generals són similars al nivell superior, s'hi poden observar algunes diferències. Entre aquestes tenim que el color presenta tonalitats més vermelloses en humit i molt més obscures en sec. La presència de matèria orgànica és similar, però no s'hi han observat llavors, ni l'estructura varvada hi és tan marcada. Les característiques texturals són pràcticament idèntiques, destacant només un petit increment de l'1 % en la proporció d'arenes. En la composició mineralògica només s'hi observa un petit increment al voltant de l'1 % en els continguts de dolomita i calcita magnesià.

Mostra	Nom	Profunditat	Comentaris
<b>MOSTRES DE ROCA</b>			
GL-R01	Galeries dels Gemecs (sector Clàssic)	(-12 m)	Zona molt afectada per la corrosió
GL-R02	Sala Francesc Ripoll (sostre, sector Clàssic)	(-6 m)	Sala d'esfondrament
GL-R03	Galeries de les Haloclines (sector de Ponent)	(-12 m)	Zona de morfologies espongiformes. Molta corrosió.
GL-R04	Sala dels Dos Llacs (sector de Ponent)	(-6 m)	Sala d'esfondrament
GL-R05	Galeries de les Haloclines (zona terminal, sector de Ponent)	(-14 m)	Magnífiques morfologies de corrosió amb regates molt marcades. Roca molt forta.
GL-R06	Galeria Cinc-cents (tram mitjà)	(-6 m)	Sala d'esfondrament de gran volum
GL-R07	Galeria Cinc-cents (tram final)	(-7 m)	Sala d'esfondrament de gran volum
GL-R08	Galeria Cinc-cents (començament)	(-6 m)	Sala d'esfondrament de gran volum
<b>MOSTRES DE SEDIMENTS (sondatges)</b>			
GL-01	Llac d'entrada (sector Clàssic)	(-7 m)	mostres GL01-01 a GL01-15
GL-02	Sala Francesc Ripoll (sector Clàssic)	(-14 m)	mostres GL02-01 a GL02-11
GL-03	Sala dels Dos Llacs (sector de Ponent)	(-20 m)	mostres GL03-01 a GL03-12
GL-04	Circuit dels Pirates (sector Clàssic)	(-15 m)	mostres GL04-01 a GL04-08
GL-05	Sala del Cendrar (sector Clàssic)	(-17 m)	mostres GL05-01 a GL05-05
GL-06	Cambra dels Moros (sector Cinc-cents)	(-8 m)	mostres GL06-01 a GL06-04
GL-08	Galeria de les Còniques (sector Cinc-cents)	(-7 m)	mostres GL08-01 a GL08-13
GL-09	Galeria dels Degotissos (sector de Ponent)	(-11 m)	mostres GL09-01 a GL09-05
GL-10	Galeries de les Haloclines (sector de Ponent)	(-18 m)	mostres GL10-01 a GL10-09
GL-11	Galeria Cinc-cents (sector Cinc-Cents)	(-14 m)	mostres GL11-01 a GL11-02
<b>MOSTRA DE SÒL</b>			
GL07	Devora la sala d'Entrada del sector Clàssic	superfície	

Figura 8.36: Relació de mostres recollides a la cova de sa Gleda.



Sondatge	Mostra	Profunditat (cm)	Color humit		Color sec		Matèria orgànica (%)
GL01	GL01-01	0-5,5	2,5YR4/8	vermell fosc	7,5YR6/4	marró clar	9,43
	GL01-02	5,5-13	5YR4/6	vermell groguenc	7,5YR6/4	marró clar	9,39
	GL01-03	13-17	5YR4/3	marró vermellós	7,5YR6/6	groc vermellós	9,80
	GL01-04	17-21	7,5YR3/3	marró fosc	10YR5/4	marró groguenc	9,59
	GL01-05	21-26,5	7,5YR3/4	marró fosc	7,5YR6/3	marró clar	11,03
	GL01-06	26,5-30	10R4/8	vermell	7,5YR5/6	marró fort	9,34
	GL01-07	30-36	2,5R4/4	vermell obscur	7,5YR6/4	marró clar	9,85
	GL01-08	36-39	5YR3/3	maró vermellós fosc	10YR5/4	marró groguenc	9,68
	GL01-09	39-43,5	5YR3/3	maró vermellós fosc	7,5YR5/4	marró	9,86
	GL01-10	43,5-46	5YR3/2	maró vermellós fosc	7,5YR5/4	marró	10,91
	GL01-11	46-50	5YR3/3	maró vermellós fosc	10YR4/4	marró groguenc fosc	10,99
	GL01-12	50-51,8	2,5YR4/6	vermell fosc	-	-	-
	GL01-13	51,8-52,5	2,5YR5/8	vermell	7,5YR5/6	marró fort	10,03
	GL01-14	52,5-56,5	2,5YR4/6	vermell fosc	7,5YR5/4	marró	9,55
	GL01-15	56,5-60	7,5YR3/4	marró fosc	7,5YR5/6	marró fort	9,35
GL02	GL02-01	0-4	2,5YR4/6	vermell fosc	7,5YR5/6	marró fort	9,66
	GL02-02	4-10	7,5YR4/4	marró	10YR6/6	groc marronós	9,67
	GL02-03	10-14,5	7,5YR4/4	marró	10YR6/6	groc marronós	8,78
	GL02-04	14,5-17	7,5YR4/3	marró	10YR5/4	marró groguenc	9,09
	GL02-05	17-20,5	7,5YR2,5/2	marró molt fosc	10YR5/4	marró groguenc	9,49
	GL02-06	20,5-23	2,5Y3/3	vermell obscur	10YR5/3	marró	11,17
	GL02-07	23-24,5	2,5Y2,5/1	gris vermellós fosc	2,5Y5/3	vermell débil	8,72
	GL02-08	24,5-28	2,5YR4/6	vermell obscur	2,5YR6/4	vermell débil	7,39
	GL02-09	28-29,5	5YR4/6	vermell groguenc	5YR6/8	groc vermellós	4,54
	GL02-10F	29,5-32	10YR8/6	groc	10YR8/4	marró molt pàlid	11,36
	GL02-11A	32-34,7	7,5YR5/6	groc vermellós	10YR7/4	marró molt pàlid	11,54
	GL02-11F	-	-	-	-	-	-
GL03	GL03-01	0-3	10YR3/2	marró grisós molt fosc	10YR4/4	marró groguenc fosc	11,72
	GL03-02	3,5-5	5Y4/1	gris fosc	10YR5/1	gris	15,38
	GL03-03	5-5,5	5Y7/1	gris clar	10YR6/1	gris	-
	GL03-04	5,5-6	5Y6/1	gris	10YR6/1	gris	18,57
	GL03-05	6-7	5Y5/1	gris	2,5YR5/1	gris vermellós fosc	20,62
	GL03-06	7-10,5	5Y4/1	gris fosc	2,5YR6/1	gris vermellós	14,81
	GL03-07	10,5-14	5Y3/1	gris molt fosc	2,5YR5/1	gris vermellós fosc	17,59
	GL03-08	14-17	5Y2,5/1	negre	2,5YR5/1	gris vermellós fosc	21,50
	GL03-09	17-21	5Y4/1	gris fosc	2,5YR6/1	gris vermellós	14,99
	GL03-10	21-24	5Y4/1	gris fosc	2,5YR6/1	gris vermellós	15,88
	GL03-11	24-27	5Y4/1	gris fosc	2,5YR6/1	gris vermellós	1,29
	GL03-12	27-31	5Y3/1	gris molt fosc	2,5YR5/1	gris vermellós fosc	13,93
GL04	GL04-01	0-2	7,5YR3/4	marró fosc	7,5YR5/6	marró fort	14,47
	GL04-02	2-6	7,5YR4/6	marró fort	7,5YR6/6	groc vermellós	15,52
	GL04-03	6-7,5	7,5YR5/6	marró fort	7,5YR6/6	groc vermellós	-
	GL04-04	7,5-9,5	7,5YR6/6	groc vermellós	7,5YR6/6	groc vermellós	4,19
	GL04-05	9,5-13	10YR7/6	groc	10YR7/6	groc	3,40
	GL04-06	13-17,5	10YR7/6	groc	10YR7/6	groc	2,15
	GL04-07	17,5-20	10YR6/6	groc marronós	10YR5/6	marró groguenc	9,28
	GL04-08	20-22,5	10YR5/6	marró groguenc	10YR6/6	groc marronós	5,15
GL05	GL05-01	0-3	7,5YR4/6	marró fort	5YR6/6	groc vermellós	-
	GL05-02	3-4,5	5YR4/6	vermell groguenc	5YR6/6	groc vermellós	15,32
	GL05-03	4,5-6,5	7,5YR5/6	marró fort	7,5YR5/6	marró fort	6,92
	GL05-04	6,5-9,5	2,5YR4/6	vermell fosc	5YR5/8	vermell groguenc	7,90
	GL05-05	9,5-12	2,5YR4/6	vermell fosc	5YR5/8	vermell groguenc	6,12
GL06	GL06-01	0-3,5	7,5YR6/6	groc vermellós	10YR6/4	marró groguenc lleuger	19,15
	GL06-02	3,5-6,5	5Y2,5/1	negre	10YR4/1	gris fosc	20,63
	GL06-03	6,5-8,5	10YR5/4	marró groguenc	10YR7/4	marró molt pàlid	19,53
	GL06-04	8,5-10	5Y3/2	gris oliva fosc	10YR5/2	marró grisós	21,43
GL07	GL07-01	superfície	7,5YR4/4	marró	7,5YR4/4	marró	16,20
GL08	GL08-01	0-3,5	5YR5/6	vermell groguenc	7,5YR5/6	marró fort	10,18
	GL08-02	3,5-9	5YR5/6	vermell groguenc	5YR6/6	groc vermellós	6,65
	GL08-03	9-10,5	5YR4/6	vermell groguenc	7,5YR5/6	marró fort	7,75
	GL08-03a	10,5-11	5YR5/4	marró vermellós	7,5YR5/4	marró	5,13
	GL08-04	11-17	2,5YR4/6	vermell fosc	7,5YR5/6	marró fort	8,27
	GL08-05	17-20	2,5YR4/6	vermell fosc	7,5YR6/6	groc vermellós	7,57
	GL08-06	20-23	5YR4/6	vermell groguenc	7,5YR6/6	groc vermellós	7,38
	GL08-07	23-27	5YR4/6	vermell groguenc	7,5YR6/6	groc vermellós	7,63
	GL08-08	27-29	2,5YR4/6	vermell fosc	7,5YR6/6	groc vermellós	7,81
	GL08-09	29-31	2,5YR4/6	vermell fosc	7,5YR5/6	marró fort	7,47
	GL08-10	31-34	5YR4/6	vermell groguenc	7,5YR5/4	marró	8,49
	GL08-11	34-36	5YR4/6	vermell groguenc	7,5YR6/6	groc vermellós	8,06
	GL08-12	36-39	5YR4/6	vermell groguenc	7,5YR6/6	groc vermellós	7,17
	GL08-13	39-42,5	2,5YR4/6	vermell fosc	7,5YR6/6	groc vermellós	7,07
GL09	GL09-01	0-5	7,5YR7/4	rosa	7,5YR8/2	blanc rosat	20,77
	GL09-02	5-9	2,5YR6/6	vermell	5YR8/3	rosa	22,63
	GL09-03	9-12	10R6/6	vermell clar	5YR7/4	rosa	23,81
	GL09-04	12-16,5	10R6/6	vermell clar	5YR6/4	marró vermellós clar	23,40
	GL09-05	16,5-20	10R6/4	vermell pàlid	5YR8/3	rosa	23,29
GL10	GL10-01	0-5	5YR8/3	rosa	5YR7/3	rosa	12,64
	GL10-01a	-	-	-	-	-	-
	GL10-02	5-10	5YR8/3	rosa	5YR8/3	rosa	3,07
	GL10-03	10-15,5	5YR6/3	marró vermellós clar	5YR7/3	rosa	9,72
	GL10-03a	-	-	-	-	-	-
	GL10-04	15,5-21	5YR5/4	marró vermellós	5YR7/3	rosa	12,13
	GL10-05	21-27	5YR4/4	marró vermellós	5YR6/3	marró vermellós clar	12,17
	GL10-06	27-31	2,5YR4/6	vermell fosc	5YR6/3	marró vermellós clar	12,74
	GL10-07	31-35	2,5YR4/4	vermell obscur	2,5YR6/4	vermell débil	7,58
	GL10-07a	-	N9	blanc	-	-	-
GL11	GL10-08	35-36	5Y5/3	oliva	10R6/4	vermell pàlid	10,75
	GL10-09	36-40	2,5YR4/3	vermell obscur	5YR7/3	rosa	5,17
	GL11-01	0-6	2,5YR6/8	vermell	5YR7/4	rosa	4,02
	GL11-02	6-12	2,5YR6/8	vermell	5YR7/4	rosa	4,84

Figura 8.37: Descripció del color de les mostres en humit i en sec i contingut en matèria orgànica (LOI) dels sediments que rebleixen els conductes i galeries de la cova de sa Gleda.

### 8.10.1.2. Interpretació

La interpretació dels materials presents en aquest sondatge és similar al de les fàcies descrites en altres cavitats localitzades al Miocè de la Marina de Llevant (GRÀCIA *et al.*, 2006a). Els materials que són arrossegats en moments d'intensa precipitació externa a la cavitat corresponents al rentat de la cobertora edàfica, són introduïts dins la cavitat per les principals obertures i vies d'accés. Aquests materials escaients a sediments bàsicament fins i abundant matèria orgànica corresponent en la seva major part a llavors i fibres vegetals. Les principals aportacions, siguin estacionals i/o per altres causes esporàdiques, amb el consegüent període de tranquil·litat sedimentària (probablement només amb les aportacions procedents de la decantació de partícules originades en l'alteració de la roca encaixant), donaria lloc a la laminació varvada que s'hi observa. Podríem doncs el conjunt considerar-lo com a fàcies d'entrada en sentit ampli. L'arribada d'una forta escorrentia pot donar lloc al retreballament dels sediments ja dipositats amb una resedimentació i, probablement, la formació de cicatrius erosives. En qualsevol cas creiem que són sediments relativament recents lligats a la dinàmica actual o subactual de la cavitat (FORNÓS i GRÀCIA, 2007).

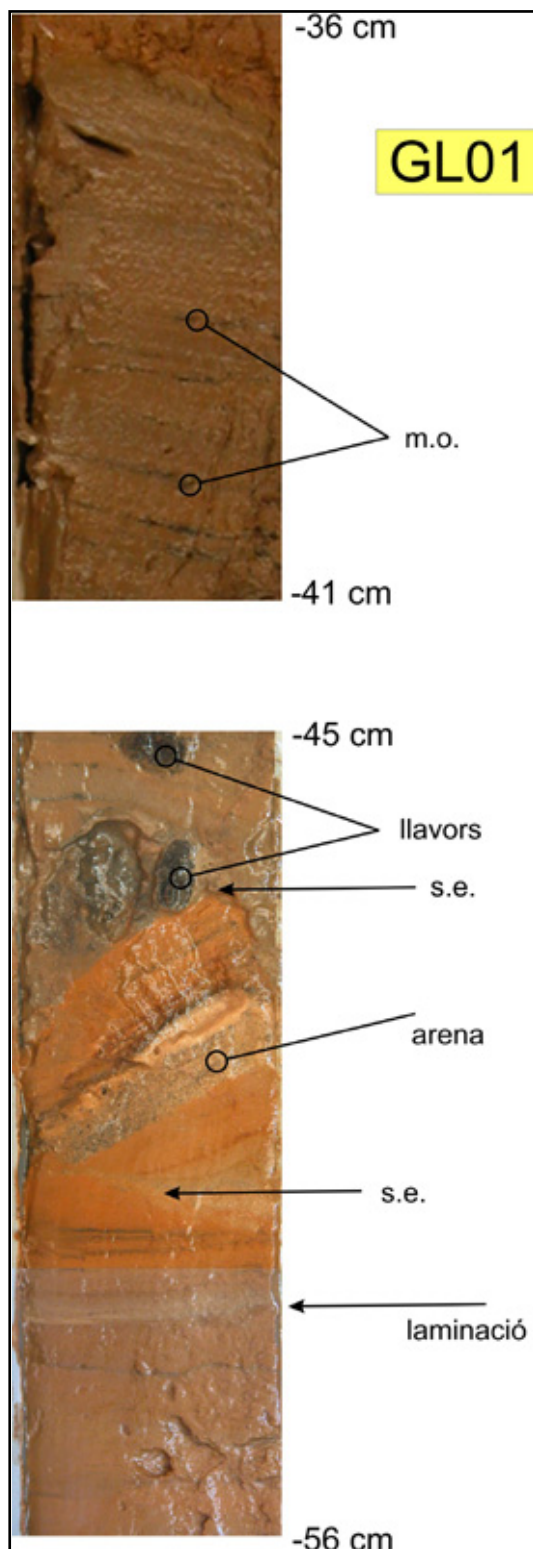


Figura 8.38: Fotos de detall del rebliment sedimentari del sondatge GL01 fet al llac d'entrada del sector Clàssic, on es pot observar la típica estructura varvada marcada per l'acumulació de matèria orgànica (m.o.), així com la presència de llavors i cicatrius erosives (s.e.).



Mostra	Profunditat (m)	Graves (%)	Arenes (%)	Fins (%)	Mitjana µm	Mediana µm	m/M	Moda µm	S.D. µm	Skewness
<b>Sondatge 01</b>										
GL01-01	0-5,5	0,00	0,01	99,99	7,56	4,36	1,74	4,44	8,98	2,46
GL01-02	5,5-13	0,00	6,10	93,90	15,14	5,65	2,68	4,44	22,57	2,45
GL01-03	13-17	0,00	0,00	100,00	6,35	4,03	1,58	4,44	6,81	2,20
GL01-04	17-21	0,00	1,90	98,10	8,41	3,87	2,18	4,05	14,29	4,12
GL01-05	21-26,5	0,00	5,20	94,80	14,60	5,42	2,69	4,88	26,76	3,71
GL01-06	26,5-30	0,00	7,40	92,60	17,23	5,76	2,99	4,05	26,37	2,49
GL01-07	30-36	0,00	7,20	92,80	17,30	6,64	2,81	4,88	25,08	2,38
GL01-08	36-39	0,00	2,00	98,00	8,94	4,16	2,15	4,05	15,43	4,38
GL01-09	39-43,5	0,00	1,50	98,50	9,37	4,70	1,99	4,44	13,49	3,36
GL01-10	43,5-46	0,00	8,80	91,20	22,21	10,48	2,12	12,40	30,10	2,51
GL01-11	46-50	0,00	2,00	98,00	9,99	4,56	2,19	4,44	14,39	2,68
GL01-12	50-51,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GL01-13	51,8-52,5	0,00	12,20	87,80	26,00	6,90	3,77	4,44	46,65	3,16
GL01-14	52,5-56,5	0,00	2,50	97,50	10,90	4,93	2,21	4,44	17,41	3,74
GL01-15	56,5-60	0,00	1,90	98,10	8,59	3,94	2,18	4,05	15,66	4,63
<b>Sondatge 02</b>										
GL02-01	0-4	0,00	6,20	93,80	14,96	5,13	2,92	4,05	23,43	2,55
GL02-02	4-10	0,00	3,30	96,70	12,29	5,51	2,23	5,36	18,74	3,24
GL02-03	10-14,5	0,00	3,30	96,70	11,38	4,56	2,50	4,05	17,51	2,89
GL02-04	14,5-17	0,00	3,10	96,90	10,90	4,40	2,48	4,05	22,22	4,76
GL02-05	17-20,5	0,00	4,10	95,90	13,35	5,31	2,52	4,44	21,58	3,32
GL02-06	20,5-23	0,00	14,00	86,00	26,92	11,13	2,42	9,37	34,26	1,83
GL02-07	23-24,5	0,00	11,20	88,80	24,78	11,20	2,21	10,29	32,40	2,18
GL02-08	24,5-28	0,00	6,90	93,10	16,77	5,97	2,81	4,44	26,27	2,70
GL02-09	28-29,5	0,00	1,70	98,30	9,88	4,49	2,20	4,05	14,96	3,48
GL02-10F	29,5-32	0,00	1,20	98,80	10,56	7,02	1,50	10,29	13,39	4,26
GL02-11A	32-34?	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GL02-11F	-	0,00	1,00	99,00	11,48	7,32	1,57	9,37	12,73	2,42
<b>Sondatge 03</b>										
GL03-01	0-3,5	0,00	19,80	80,20	39,16	31,71	1,24	41,68	33,01	1,21
GL03-02	3,5-5	0,00	21,70	78,30	40,03	31,93	1,25	50,22	33,93	1,13
GL03-03	5-5,5	0,00	31,40	68,60	49,00	39,67	1,24	66,44	40,84	0,97
GL03-04	5,5-6	0,00	56,90	43,10	149,10	75,47	1,98	80,07	216,30	3,26
GL03-05	6-7	0,00	34,80	65,20	51,41	42,98	1,20	72,94	41,32	0,80
GL03-06	7-10,5	0,00	38,40	61,60	54,59	46,26	1,18	87,90	44,12	0,75
GL03-07	10,5-14	0,00	52,90	47,10	104,60	70,34	1,49	116,30	113,00	1,79
GL03-08	14-17	0,00	70,50	29,50	274,90	166,20	1,65	429,20	294,90	1,63
GL03-09	17-21	0,00	41,80	58,20	58,76	49,65	1,18	96,49	46,90	0,66
GL03-10	21-24	0,00	45,60	54,40	75,77	54,88	1,38	105,90	78,89	2,19
GL03-11	24-27	0,00	51,20	48,80	96,35	65,65	1,47	127,60	99,33	1,68
GL03-12	27-31	0,00	52,50	47,50	100,80	68,11	1,48	127,60	103,30	1,71
<b>Sondatge 04</b>										
GL04-01	0-2	0,00	46,10	53,90	78,95	56,49	1,40	96,49	84,13	2,34
GL04-02	2-5	0,00	30,40	69,60	48,55	39,28	1,24	60,52	40,36	1,00
GL04-03	6-7,5	0,00	31,50	68,50	50,82	39,66	1,28	55,13	42,91	1,09
GL04-04	7,5-9,5	0,00	59,30	40,70	208,30	93,59	2,23	429,20	268,50	2,16
GL04-05	9,5-13	0,00	63,30	36,70	195,80	104,90	0,87	127,60	227,20	1,95
GL04-06	13-17,5	0,00	65,90	34,10	145,90	105,10	1,39	140,10	139,40	1,51
GL04-07	17,5-20	0,00	44,00	56,00	90,47	54,91	1,65	66,44	121,10	3,75
GL04-08	20-22,5	0,00	50,90	49,10	135,80	64,57	2,10	87,90	214,80	3,25
<b>Sondatge 05</b>										
GL05-01	0-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GL05-02	3-4,5	0,00	22,40	77,60	41,38	3,78	1,35	41,68	38,44	1,31
GL05-03	4,5-6,5	0,00	40,10	59,90	79,68	46,85	1,70	37,97	95,48	2,45
GL05-04	6,5-9,5	0,00	23,90	76,10	43,30	33,47	1,29	41,68	37,45	1,26
GL05-05	9,5-12	0,00	18,20	81,80	37,94	29,58	1,28	34,58	32,74	1,37
<b>Sondatge 06</b>										
GL06-01	0-3,5	0,00	52,80	47,20	136,70	69,29	1,97	105,90	190,60	2,84
GL06-02	3,5-6,5	1,70	72,00	28,00	438,50	297,30	1,48	567,70	463,00	1,30
GL06-03	6,5-8,5	0,00	54,30	45,70	108,70	72,35	1,50	116,30	116,20	1,80
GL06-04	8,5-10	0,00	64,30	35,70	246,80	121,70	2,03	471,10	294,90	1,81
<b>Sol 07</b>										
GL07-01	sòl edàfic	0,00	14,30	85,70	31,82	8,40	3,79	31,50	55,56	2,93
<b>Sondatge 08</b>										
GL08-01	0-3,5	0,00	22,40	77,60	41,30	33,59	1,23	45,75	33,55	1,07
GL08-02	3,5-9	0,00	32,30	67,70	50,20	41,91	1,20	60,52	39,28	0,87
GL08-03	9-10,5	0,00	21,30	78,70	39,80	32,34	1,23	45,75	32,80	1,07
GL08-03a	10,5-11	0,00	24,80	75,20	43,67	38,74	1,13	50,22	32,15	0,81
GL08-04	11-17	0,00	31,00	69,00	49,04	40,78	1,20	60,52	38,73	0,89
GL08-05	17-20	0,00	26,20	73,80	44,35	37,05	1,20	55,13	34,84	0,91
GL08-06	20-23	0,00	28,00	72,00	46,15	38,00	1,21	55,13	37,10	0,95
GL08-07	23-27	0,00	29,50	70,50	47,17	38,97	1,21	60,52	37,69	0,89
GL08-08	27-29	0,00	19,50	80,50	38,19	31,35	1,22	45,75	31,52	1,06
GL08-09	29-31	0,00	19,10	80,90	37,51	30,28	1,24	41,68	31,50	1,09
GL08-10	31-34	0,00	34,90	65,10	62,82	40,28	1,56	55,13	73,95	2,73
GL08-11	34-36	0,00	26,30	73,70	45,42	35,73	1,27	45,75	39,16	1,19
GL08-12	36-39	0,00	18,10	81,90	37,28	31,28	1,19	45,75	30,24	1,05
GL08-13	39-42,5	0,00	24,40	75,60	42,64	35,22	1,21	50,22	34,68	0,99
<b>Sondatge 09</b>										
GL09-01	0-5	0,00	37,50	62,50	115,10	37,22	3,09	34,58	186,60	2,59
GL09-02	5-9	0,00	43,70	56,30	163,30	49,27	3,31	50,22	250,70	2,17
GL09-03	9-12	0,00	33,80	66,20	68,63	40,13	1,71	55,13	93,58	2,88
GL09-04	12-16,5	0,00	35,40	64,60	65,26	42,55	1,53	60,52	80,39	2,96
GL09-05	16,5-20	0,00	35,00	65,00	81,10	39,79	2,04	45,75	113,00	2,34
<b>Sondatge 10</b>										
GL10-01	0-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GL10-01a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GL10-02	5-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GL10-03	10-15,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GL10-03a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GL10-04	15,5-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GL10-05	21-27	0,00	43,50	56,50	77,20	52,68	1,47	87,90	86,21	2,40
GL10-06	27-31	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GL10-07	31-35	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GL10-07a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GL10-08	35-36	0,00	35,10	64,90	52,28	44,07	1,19	72,94	41,43	0,84
GL10-09	36-40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Sondatge 11</b>										
GL11-01	0-6	0,00	81,30	18,73	557,61	528,94	1,05	684,16	435,23	0,61
GL11-02	6-12	0,00	78,21	21,79	410,23	360,78	1,14	517,18	348,29	0,73

Figura 8.39: Paràmetres estadístics texturals de les mostres estudiades.

Muestra	Profunditat (m)	Grava >2mm	AMG 2-1mm	AG 1-0.5mm	Arena AM 0.5-0.2mm	AF 0.2-0.1mm	AMF 0.1-0.06	Llim 62-4 mm	Argila <4mm
<b>Sondatge 01</b>									
GL01-01	0-5,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	53,29	46,70
GL01-02	5,5-13	0,00	0,00	0,00	0,00	1,20	5,80	53,50	39,50
GL01-03	13-17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,30	49,70
GL01-04	17-21	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,90	46,80	50,30
GL01-05	21-26,5	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	2,20	55,20	41,60
GL01-06	26,5-30	0,00	0,00	0,00	0,00	1,10	6,30	53,80	38,80
GL01-07	30-36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	6,60	56,80	36,00
GL01-08	36-39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	1,80	49,50	48,50
GL01-09	39-43,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	54,60	43,90
GL01-10	43,5-46	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	6,80	64,60	26,60
GL01-11	46-50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	52,80	45,20
GL01-12	50-51,8	-	-	-	-	-	-	-	-
GL01-13	51,8-52,5	0,00	0,00	0,00	0,80	3,90	7,50	53,60	34,20
GL01-14	52,5-56,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	2,10	55,10	42,50
GL01-15	56,5-60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	1,80	47,50	50,60
<b>Sondatge 02</b>									
GL02-01	0-4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	5,90	51,80	42,00
GL02-02	4-10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	3,10	57,00	39,70
GL02-03	10-14,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,30	51,30	45,40
GL02-04	14,5-17	0,00	0,00	0,00	0,00	1,10	2,00	50,80	48,30
GL02-05	17-20,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,70	3,40	55,40	40,50
GL02-06	20,5-23	0,00	0,00	0,00	0,00	2,20	11,80	59,70	26,30
GL02-07	23-24,5	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	9,20	64,30	24,50
GL02-08	24,5-28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	5,60	56,20	37,90
GL02-09	28-29,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	1,60	52,10	46,20
GL02-10F	29,5-32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	1,00	67,20	31,60
GL02-11A	32-34?	-	-	-	-	-	-	-	-
GL02-11F		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	69,90	29,10
<b>Sondatge 03</b>									
GL03-01	0-3,5	0,00	0,00	0,00	0,00	2,50	17,30	70,90	9,30
GL03-02	3,5-5	0,00	0,00	0,00	0,00	2,70	19,00	69,20	9,10
GL03-03	5-5,5	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	25,40	60,50	8,10
GL03-04	5,5-6	0,00	1,70	4,50	9,90	14,80	26,00	39,37	3,73
GL03-05	6-7	0,00	0,00	0,00	0,00	6,40	28,20	57,60	7,80
GL03-06	7-10,5	0,00	0,00	0,00	0,10	8,00	30,30	53,19	8,41
GL03-07	10,5-14	0,00	0,00	1,10	9,10	20,00	22,70	40,25	6,85
GL03-08	14-17	0,00	3,60	14,80	22,90	15,20	14,00	25,59	3,91
GL03-09	17-21	0,00	0,00	0,00	0,10	10,60	31,10	50,29	7,91
GL03-10	21-24	0,00	0,00	0,10	3,60	15,30	26,60	46,83	7,57
GL03-11	24-27	0,00	0,00	0,40	7,60	19,80	23,40	42,52	6,28
GL03-12	27-31	0,00	0,00	0,40	8,80	19,80	23,50	41,61	5,89
<b>Sondatge 04</b>									
GL04-01	0-2	0,00	0,00	0,30	4,20	14,50	27,10	46,72	7,18
GL04-02	2-5	0,00	0,00	0,00	0,00	5,90	24,50	61,13	8,47
GL04-03	6-7,5	0,00	0,00	0,00	0,10	7,40	24,00	61,27	7,23
GL04-04	7,5-9,5	0,00	3,60	9,70	16,70	12,90	16,40	36,22	4,48
GL04-05	9,5-13	0,00	1,10	9,60	16,60	17,50	18,50	34,68	2,02
GL04-06	13-17,5	0,00	0,00	3,20	14,80	24,80	23,10	31,87	2,23
GL04-07	17,5-20	0,00	0,20	1,30	6,30	11,00	25,60	50,75	4,85
GL04-08	20-22,5	0,00	1,60	5,00	7,00	11,90	25,40	44,44	4,66
<b>Sondatge 05</b>									
GL05-01	0-3	-	-	-	-	-	-	-	-
GL05-02	3-4,5	0,00	0,00	0,00	0,00	4,90	17,50	67,00	10,60
GL05-03	4,5-6,5	19,13	21,44	21,47	16,88	9,84	1,48	3,48	0,32
GL05-04	6,5-9,5	0,00	0,00	0,00	0,00	4,50	19,40	67,95	8,15
GL05-05	9,5-12	0,00	0,00	0,00	0,00	2,60	15,60	73,15	8,65
<b>Sondatge 06</b>									
GL06-01	0-3,5	0,00	0,90	4,80	10,10	15,00	22,00	41,31	5,89
GL06-02	3,5-6,5	0,30	11,00	23,00	18,10	10,40	10,90	23,36	2,94
GL06-03	6,5-8,5	0,00	0,00	1,30	10,10	18,80	24,10	39,70	6,00
GL06-04	8,5-10	0,00	3,50	13,00	18,10	14,80	14,90	31,41	4,29
<b>Sol 07</b>									
GL07-01	sol edafic	0,00	0,00	0,00	1,80	5,10	7,40	49,30	36,40
<b>Sondatge 08</b>									
GL08-01	0-3,5	0,00	0,00	0,00	0,00	2,60	19,80	69,24	8,36
GL08-02	3,5-9	0,00	0,00	0,00	0,00	5,50	26,80	60,30	7,40
GL08-03	9-10,5	0,00	0,00	0,00	0,00	2,10	19,20	69,45	9,25
GL08-03a	10,5-11	0,00	0,00	0,00	0,00	1,90	22,90	67,80	7,40
GL08-04	11-17	0,00	0,00	0,00	0,00	5,10	25,90	61,36	7,64
GL08-05	17-20	0,00	0,00	0,00	0,00	2,90	23,30	65,81	7,99
GL08-06	20-23	0,00	0,00	0,00	0,00	4,10	23,90	63,63	8,37
GL08-07	23-27	0,00	0,00	0,00	0,00	4,40	25,10	62,10	8,40
GL08-08	27-29	0,00	0,00	0,00	0,00	1,60	17,90	70,60	9,90
GL08-09	29-31	0,00	0,00	0,00	0,00	1,60	17,50	70,50	10,40
GL08-10	31-34	0,00	0,00	0,10	3,10	9,60	22,10	56,18	8,92
GL08-11	34-36	0,00	0,00	0,00	0,00	5,30	21,00	64,75	8,95
GL08-12	36-39	0,00	0,00	0,00	0,00	1,30	16,80	71,97	9,93
GL08-13	39-42,5	0,00	0,00	0,00	0,00	2,90	21,50	66,41	9,19
<b>Sondatge 09</b>									
GL09-01	0-5	0,00	0,50	5,10	9,60	8,20	14,10	51,50	11,00
GL09-02	5-9	0,00	1,90	8,90	11,10	7,60	14,20	47,32	8,98
GL09-03	9-12	0,00	0,00	0,60	5,20	6,70	21,30	56,62	9,58
GL09-04	12-16,5	0,00	0,00	0,50	3,70	7,90	23,30	55,73	8,87
GL09-05	16,5-20	0,00	0,00	1,10	8,60	7,20	18,10	55,83	9,17
<b>Sondatge 10</b>									
GL10-01	0-5	-	-	-	-	-	-	-	-
GL10-01a		-	-	-	-	-	-	-	-
GL10-02	5-10	-	-	-	-	-	-	-	-
GL10-03	10-15,5	-	-	-	-	-	-	-	-
GL10-03a		-	-	-	-	-	-	-	-
GL10-04	15,5-21	-	-	-	-	-	-	-	-
GL10-05	21-27	0,00	0,00	0,20	5,10	11,80	26,40	51,06	5,44
GL10-06	27-31	-	-	-	-	-	-	-	-
GL10-07	31-35	-	-	-	-	-	-	-	-
GL10-07a		-	-	-	-	-	-	-	-
GL10-08	35-36	0,00	0,00	0,00	0,00	6,60	28,50	58,56	6,34
GL10-09	36-40	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Sondatge 11</b>									
GL11-01	0-6	0,00	14,16	37,30	18,60	7,80	3,40	10,48	8,26
GL11-02	6-12	0,00	6,20	28,30	26,41	11,80	5,50	12,60	9,19

Figura 8.40: Valors percentuals de les diverses fraccions texturals.



## 8.10.2. SONDATGE GL02

### 8.10.2.1. Descripció

Aquest sondatge es troba localitzat a la sala Francesc Ripoll dins del sector Clàssic de la cavitat (Fig. 8.36). Els trenta i escaig centímetres de potència de sediments que mostra corresponen en la seva major part a una acumulació de llims argilosos de color marró vermellós i de composició silícica, que presenta un canvi brusc cap a composició carbonatada a la base.

Podem parlar doncs de dos nivells diferenciats. El superior de 28 cm de potència, és molt similar al representat en el sondatge GL01. Es tracta de llims de coloracions marrons a vermells obscurs en humit que en sec donen colors grocs marronencs. El contingut en matèria orgànica està al voltant del 9 % amb poques variacions (Fig. 8.37). Presenta laminació mil·limètrica que ve donada per les acumulacions de matèria orgànica i petites variacions en la textura del dipòsit. La textura del sondatge està dominada pels fins amb una mitjana del 94,5 % (un 57 % correspondria a la fracció llims i al voltant del 37 % a les argiles) i la resta, un 5,5 % correspon a arenes que puntualment en alguna mostra poden superar el 14 % que en la seva major part són arenes molt fines (Fig. 8.39). El valor mig de la mida de gra és de 15,18 µm (llims mitjans) i el valor de la mediana correspon a llims fins ( $D_{50} = 6,47$  µm). La mineralogia d'aquest tram (Fig. 8.40) ve dominada pel quars amb poc més del 48 % de mitjana. Les argiles estan representades per il·lita (9,2 %) i caolinita (4,7 %). Els feldspats representen el 5,3 % i en referència als carbonats hi ha calcita (LMC) amb un valor mig de 9,2 %, calcita magnesiàtica (0,7 %) i dolomita (4,8 %). A destacar la presència d'halita (2,8 %) i guix (0,7 %). El trànsit cap a la base del sondatge es fa amb uns 4 cm de llims de coloracions més vermelloses en humit, i marrons en sec que no mostren laminacions marcades i amb una clara disminució del percentatge de matèria orgànica (al voltant del 5 %). Aquest nivell dóna pas al nivell de la base del sondatge, del qual s'hi poden observar uns 4 cm, clarament diferenciats de la resta. Correspon a uns materials de color groc en humit que en sec donen tonalitats marrons pàl·lides i amb uns percentatges de matèria orgànica propers al 12 %. Texturalment es tracta d'arenes de gra mitjà amb presència més o menys important de fins. La mineralogia està dominada pels carbonats, amb valors que poden superar el 70 % de dolomita dins de les fraccions més fines, o 55 % de la calcita dins de lo que són les arenes. El quars pot

superar el 10 %; hi ha també feldspats (< 4 %) i argiles (il·lita amb un 6 % i caolinita amb menys d'un 2%).

#### **8.10.2.2. Interpretació**

La part superior del sondatge correspondria, com hem comentat en el cas anterior del sondatge GL01, a les fàcies d'entrada llimoses arrossegades en moments de fortes precipitacions. De fet aquest sondatge ens indica la progradació en forma de “*ventall*” en un punt més distal (en direcció a l'interior de la cavitat) dels materials procedents de l'obertura de la sala d'Entrada. Aquests sediments es disposen sobre unes arenas dolomítiques, que ens indiquen un funcionament previ de la sala a la qual s'hi ha anat acumulant restes de la corrosió que ha afectat a les parets i espeleotemes, i restes de calcita flotant.

#### **8.10.3. SONDATGE GL03**

##### **8.10.3.1. Descripció**

Aquest sondatge es troba localitzat abans de la sala dels Dos Llacs dins del sector de Ponent de la cavitat (Fig. 8.36). Els 31 cm de potència de sediments que té aquest sondatge corresponen a una acumulació de llims arenosos de color gris obscur i de composició silícica.

La sedimentació de tot el sondatge és molt uniforme, amb seqüències marcades de textura granodecreixent especialment evidents a sostre o tram superior final en el qual s'hi observen els límits d'aquestes amb laminacions d'uns 2 mm de potència de color blanc i textura alternant arenosa - llimosa i que acaben amb materials més fins marronosos (Fig. 8.42). La resta del sondatge presenta una coloració gris obscura en humit i gris vermelloso en sec amb petites variacions de tonalitat. El percentatge de matèria orgànica és la més elevada de totes les mostres recollides a la cova de sa Gleda amb un valor mitjà proper al 16 % i que en algunes mostres arriba a superar el 20 %. Des del punt de vista textural, les arenas representen poc més del 43 % i els fins els 57 % dels quals només el 7 % corresponen a argiles. El valor mitjà de la mida de gra és de 91,2 µm (arenas molt fines) i el valor de la mediana es de 61,9 µm (llims molt gruixuts). En alguna mostra el percentatge de les arenas molt gruixudes poden arribar a superar el 5 %. La mineralogia està dominada pels carbonats en les fàcies texturalment més gruixudes, amb uns valors mitjans de 42,6 % per a la calcita. També hi ha dolomita (6,7

% de mitjana) i argiles (amb un 3,7 % d'il·lita i un 1,3 % de caolinita). El quars, present majoritàriament en les fraccions llimoses, representa poc més del 25 % i el feldspat hi és amb poc més del 3 %. També hi és present l'halita amb quasi un 5 %, i en el nivell superior s'ha observat guix (< 1 %).

#### **8.10.3.2. Interpretació**

Les fàcies que presenta aquest sondatge s'interpreten com a una mescla de sediments procedents de dos processos diferents. Per una banda tindriem, com en els casos anteriors les aportacions dels llims silícics externs relacionats amb la proximitat de la sala d'Entrada de la cavitat i que es donarien en moments puntuals i amb forta intensitat (seqüències granodecreixents) i per altra l'acumulació de materials carbonatats de textura arenosa dipositats *in situ*, sigui a partir de l'acumulació de calcita flotant, sigui a partir de la pluja de restes de la roca encaixant per efectes de la corrosió. La gran proporció de matèria orgànica i la coloració gris obscura de tot el sondatge ens indicaria la preservació de la matèria orgànica probablement per la presència d'aigües anòxiques en aquest indret (es tracta del sondatge realitzat a més profunditat dins de la cavitat). El sostre del sondatge ens indicaria un canvi en les condicions, amb una clara oxigenació i unes aportacions externes molt més importants que la pròpia producció interna.

#### **8.10.4. SONDATGE GL04**

##### **8.10.4.1. Descripció**

Localitzat al circuit dels Pirates dins del sector Clàssic de la cavitat (Fig. 8.36). Els 23 cm de potència de sediments que té corresponen a una acumulació de llims vermellosos de composició silícica a sostre sobre una base arenosa groga carbonatada.

Sobre la base del sondatge formada probablement per llims vermells que no ha estat possible mostrejar, s'hi diferencien dues unitats. La inferior de 13 cm de potència presenta una coloració groga en humit i groc marronenc en sec. Amb un 5 % de matèria orgànica està formada per arenes llimoses. La textura presenta un 57 % de fracció arena, en la qual hi dominen les arenes mitjanes (Fig. 8.40) i un 43 % per fins dels quals un 3,7 % són argiles. El valor mitjà de la mida de gra és 155,3 µm (arenas fines) i la mediana correspon a arenes molt fines (D50 = 84,6 µm). La mineralogia d'aquesta

Sondatge	Mostra	esmectita	il·lita	guix	calcinita	anhydrita	aragonita	quars	feldspat	LMC	HMC	dolomita	halita
GL01	GL01-01	0,00	16,13	0,00	4,42	0,00	0,00	47,84	3,81	3,90	4,69	5,65	3,27
	GL01-02	0,00	14,76	0,00	5,71	11,98	0,00	52,86	7,45	7,11	4,01	0,00	4,66
	GL01-03	2,18	8,08	0,00	4,38	0,00	0,00	42,99	6,94	3,64	5,17	0,00	2,48
	GL01-04	0,00	11,66	0,00	6,36	9,64	0,00	54,35	11,23	8,44	0,00	0,00	3,06
	GL01-05	0,00	8,68	0,00	5,33	6,18	0,00	49,02	7,15	5,28	4,73	5,64	3,50
	GL01-06	0,00	8,84	0,00	5,74	0,00	0,00	42,91	6,51	5,16	0,00	4,35	3,37
	GL01-07	0,00	7,08	0,00	4,71	0,00	0,00	50,63	6,86	4,90	0,00	3,31	5,39
	GL01-08	0,00	10,46	0,00	7,79	0,01	0,00	50,38	6,95	4,09	4,14	0,00	3,38
	GL01-09	0,00	10,54	0,00	5,58	0,00	0,00	46,03	4,84	0,00	5,37	3,40	0,00
	GL01-10	7,59	10,07	0,00	6,35	0,00	0,00	66,54	6,63	5,86	3,78	10,45	2,99
	GL01-11	0,00	13,18	0,00	6,84	4,73	0,00	34,86	5,66	9,44	0,00	1,86	3,52
	GL01-13	0,00	10,62	0,00	5,28	0,00	0,00	48,12	5,28	7,19	5,28	6,53	3,40
	GL01-14	0,00	9,23	0,00	5,12	0,00	0,00	49,02	3,18	6,74	3,57	5,07	3,43
	GL01-15	12,39	12,54	0,00	6,55	4,03	0,00	45,92	4,75	3,54	4,40	5,43	2,48
GL02	GL02-01	0,00	11,13	0,00	4,48	0,00	0,00	44,42	0,00	0,00	0,00	3,73	4,53
	GL02-02	0,00	11,21	0,00	4,64	0,00	0,00	53,06	7,17	5,72	0,00	6,23	3,58
	GL02-03	0,00	11,01	0,00	4,40	0,00	0,00	46,70	5,70	2,10	2,61	0,00	4,09
	GL02-04	0,00	10,88	0,00	7,62	0,00	0,00	51,24	8,34	6,29	0,00	0,00	0,00
	GL02-05	0,00	9,36	1,94	3,82	0,00	0,00	45,29	0,00	5,79	0,00	0,00	3,70
	GL02-06	0,00	6,94	0,00	4,29	0,00	0,00	40,14	9,40	31,95	0,00	6,64	3,49
	GL02-07	0,00	8,06	0,00	3,74	0,00	0,00	56,16	7,58	13,24	0,00	13,14	3,38
	GL02-08	0,00	6,65	0,00	4,61	0,00	0,00	47,75	4,05	13,26	0,00	7,86	0,00
	GL02-09	0,00	7,50	0,00	4,58	0,00	0,00	48,42	5,72	4,53	3,20	5,75	2,41
	GL02-10F	0,00	6,00	0,00	2,05	0,00	0,00	10,72	4,53	8,56	0,00	76,01	3,13
	GL02-11A	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	55,14	0,00	4,48	0,00
	GL02-11F	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,10	0,00	21,54	0,00	38,60	7,99
GL03	GL03-01	0,00	8,89	4,37	5,15	0,00	0,00	52,01	4,83	16,42	0,00	0,00	7,95
	GL03-02	0,00	2,82	0,00	0,01	0,01	0,00	27,05	3,18	37,97	0,00	8,33	6,23
	GL03-03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,06	1,38	29,36	0,00	23,63	8,52
	GL03-04	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	28,67	1,93	32,15	0,00	15,81	5,41
	GL03-05	0,00	6,58	0,00	2,23	0,00	2,44	18,78	3,34	37,13	0,00	13,65	5,21
	GL03-06	0,00	6,62	0,00	2,09	0,00	0,00	20,54	2,96	49,47	0,00	3,31	4,81
	GL03-07	0,00	6,47	0,00	1,52	0,00	0,00	24,75	3,65	52,94	0,00	2,76	3,36
	GL03-08	0,00	5,14	0,00	2,59	2,99	0,00	21,15	7,88	40,97	0,00	1,59	5,41
	GL03-09	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	21,00	3,36	58,85	0,00	3,65	3,30
	GL03-10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,22	2,01	56,24	0,00	2,89	3,21
	GL03-11	0,00	3,51	0,00	1,57	0,00	0,00	30,97	2,55	48,01	0,00	3,24	2,87
	GL03-12	0,00	4,35	0,00	0,00	0,00	0,00	26,65	0,00	51,91	0,00	2,34	2,90
GL04	GL04-01	0,00	9,09	0,00	6,33	4,29	0,00	45,90	5,58	0,00	4,19	16,73	7,89
	GL04-02	0,00	7,32	0,00	4,22	0,01	0,00	28,93	4,06	3,36	0,00	46,68	5,42
	GL04-03	0,00	8,20	0,00	0,02	4,07	0,00	28,94	0,00	15,93	0,00	34,94	7,90
	GL04-04	0,00	1,77	0,00	1,42	0,00	0,00	7,23	0,00	80,49	0,00	6,83	2,26
	GL04-05	0,00	1,55	0,00	0,00	0,00	0,00	3,19	0,00	93,42	0,00	0,00	1,83
	GL04-06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,09	0,00	90,61	0,00	0,00	5,29
	GL04-07	0,00	14,77	0,00	6,88	0,00	0,00	30,57	4,76	28,92	0,00	0,00	14,10
	GL04-08	0,00	4,70	0,00	2,52	0,00	0,00	8,05	0,00	79,70	1,79	0,00	3,23
GL05	GL05-01	0,00	1,09	0,00	0,01	0,00	0,00	5,29	0,00	90,77	0,00	2,25	0,59
	GL05-02	0,00	5,04	0,00	3,41	0,00	0,00	39,19	6,57	8,57	0,00	31,69	5,54
	GL05-03	0,00	1,31	0,00	0,00	0,00	0,00	7,82	0,00	88,79	0,00	1,31	0,76
	GL05-04	0,00	6,83	0,00	3,13	3,17	0,00	71,10	5,55	1,96	0,00	6,32	1,93
	GL05-05	0,00	9,23	0,00	4,98	4,21	0,00	66,97	5,32	2,97	3,91	0,00	2,42
GL06	GL06-01	0,00	4,65	0,00	2,77	0,00	0,00	55,83	2,02	2,78	0,00	22,16	6,58
	GL06-02	0,00	8,94	0,00	2,72	0,00	0,00	84,75	6,54	7,10	0,00	6,28	11,37
	GL06-03	0,00	5,37	0,00	2,11	0,00	0,00	29,15	4,46	14,63	0,00	28,33	5,65
	GL06-04	0,00	3,34	0,00	2,84	13,10	0,00	46,08	5,06	6,34	3,65	8,80	10,78
GL07	GL07-01	1,11	3,51	0,00	2,24	0,00	0,00	74,24	7,31	7,44	4,15	0,00	0,00
GL08	GL08-01	0,00	6,63	0,00	4,03	0,00	0,00	62,13	5,74	13,74	3,84	0,00	3,90
	GL08-02	0,00	16,04	0,00	25,06	0,00	0,00	6,76	18,32	20,94	6,15	6,70	0,02
	GL08-03	0,00	7,33	0,00	3,72	0,00	0,00	58,14	8,88	16,86	2,14	2,92	0,01
	GL08-03a	0,00	5,40	0,00	2,37	0,00	0,00	63,08	2,63	26,52	0,00	0,00	0,00
	GL08-04	0,00	6,77	0,00	4,03	0,00	0,00	65,03	6,80	11,74	2,62	0,00	3,01
	GL08-05	0,00	8,92	0,00	4,64	0,00	0,00	61,83	7,80	10,99	2,78	0,00	3,04
	GL08-06	0,00	11,43	0,00	4,46	0,00	0,00	55,30	9,11	19,69	0,00	0,00	0,01
	GL08-07	0,00	9,61	0,00	4,23	0,00	0,00	56,69	7,44	19,40	2,62	0,00	0,01
	GL08-08	0,00	7,10	0,00	3,55	0,00	0,00	49,26	4,66	29,58	0,00	5,86	0,00
	GL08-09	0,00	9,79	0,00	5,88	0,00	0,00	63,80	7,78	12,74	0,00	0,01	0,00
	GL08-10	0,00	8,64	0,00	4,47	0,00	0,00	61,26	6,25	19,37	0,00	0,01	0,01
	GL08-11	0,00	7,92	0,00	4,75	0,00	0,00	57,65	4,49	25,17	0,00	0,01	0,01
	GL08-12	0,01	7,04	0,00	4,12	0,00	0,00	60,63	4,36	18,88	3,18	0,00	1,80
	GL08-13	0,00	8,18	0,00	3,36	0,00	0,00	63,52	4,73	18,27	0,00	1,95	0,00
GL09	GL09-01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	46,40	0,00	50,47	3,13
	GL09-02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	5,76	0,00	0,00	0,00	90,45	3,78
	GL09-03	0,00	5,75	0,00	2,47	0,00	0,00	15,63	2,74	0,00	0,00	70,67	2,74
	GL09-04	0,00	5,07	0,00	2,87	0,00	0,00	14,09	0,00	5,70	0,00	65,98	6,29
	GL09-05	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	12,41	0,00	1,64	0,00	82,57	3,38
GL10	GL10-01	0,00	2,96	0,00	1,30	0,00	0,00	2,34	0,00	19,71	0,00	43,17	30,52
	GL10-01a	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,45	0,00	92,76	2,79
	GL10-02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	4,80	0,00	56,68	0,00	33,91	4,61
	GL10-03	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	3,84	0,00	56,71	0,00	33,37	6,07
	GL10-03a	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	2,28	0,00	36,13	0,00	57,96	3,62
	GL10-04	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	4,24	0,00	27,00	10,86	49,79	8,09
	GL10-05	0,00	5,50	0,00	2,55	0,00	0,00	7,75	2,17	16,94	0,00	60,38	4,71
	GL10-06	0,00	8,22	0,00	3,03	0,00	0,00	9,95	0,00	26,50	0,00	44,91	7,39
	GL10-07	0,00	3,38	0,00	2,09	0,00	0,00	8,74	0,00	13,21	0,00	67,10	5,47
	GL10-07a	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	97,57	2,43
	GL10-08	0,00	0,01	0,00	3,57	0,00	0,00	9,63	0,00	58,18	0,00	21,44	7,17
	GL10-09	0,00	3,05	0,00	0,00	0,00	0,00	4,18	0,00	48,21	0,00	41,52	3,04
GL11	GL11-01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,46	0,00	82,44	0,00	13,41	3,70
	GL11-02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,06	0,00	82,46	0,00	12,91	3,58

Figura 8.41: Valors percentuals semi-quantitatius de la composició mineralògica de les mostres estudiades a la cova de sa Gleda.



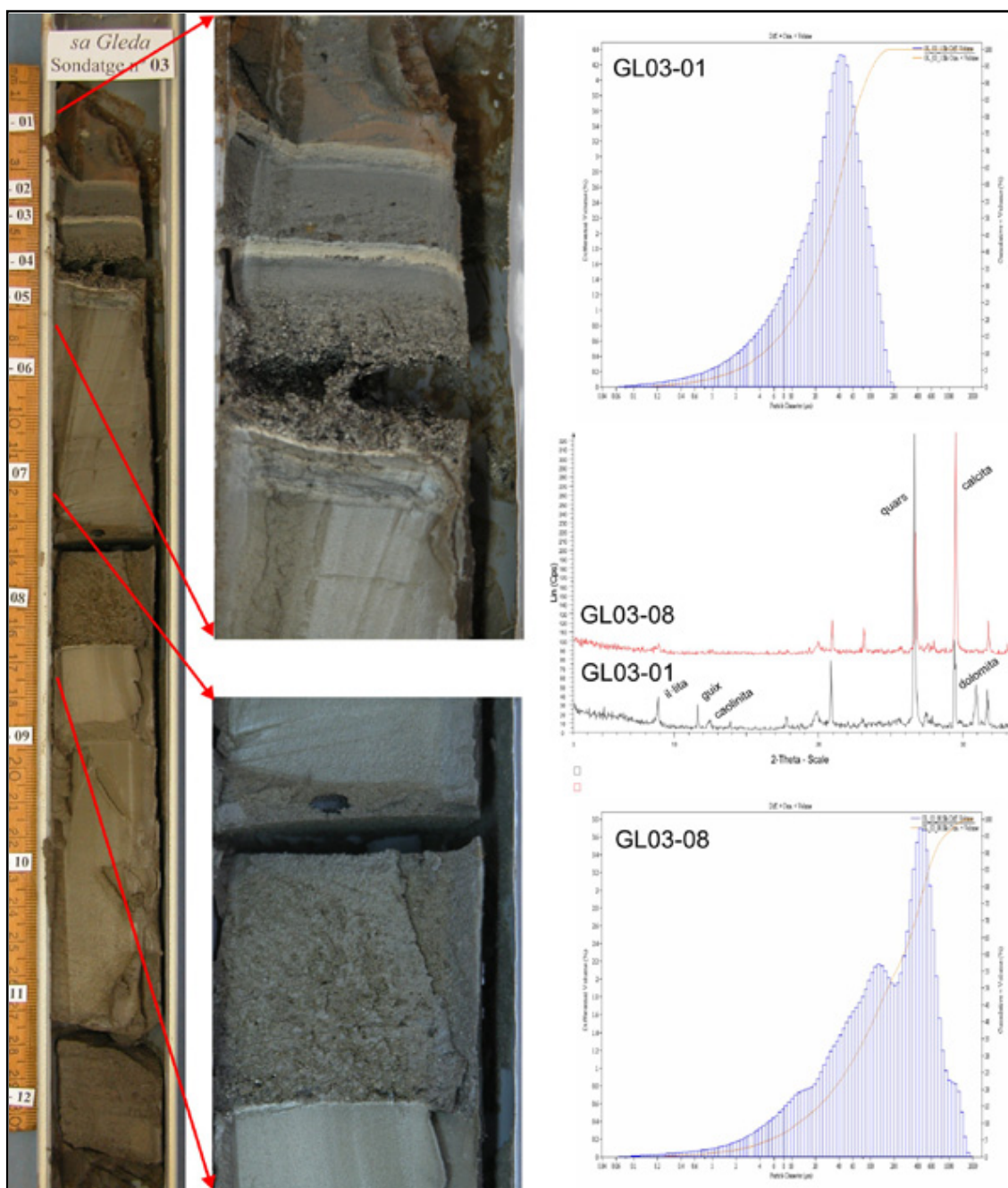


Figura 8.42: Corbes texturals i difractograma de la mineralogia de mostres seleccionades del sondatge GL03 on s'hi poden observar diversos episodis sedimentaris.

unitat està dominada pels carbonats amb quasi un 75 % de mitjana de calcita amb petites proporcions de dolomita (> 1,3 %) i de calcita magnesiàna (> 0,3 %). El quars representa un 10,5 % i els feldspats prop d'un 1 %. A les argiles, corresponen un 4,5 % d'il·lita i un 2,1 % de caolinita. L'halita hi és omnipresent amb poc més del 5 %.

La unitat superior es disposa de forma gradual sobre l'anterior i destaca la coloració marró en humit que dóna colors grocs vermellosos en sec i un clar increment

(> 14 %) en matèria orgànica respecte a la unitat sotajacent. Amb una lleugera laminació, texturalment és molt més fina, amb una proporció d'arenas que no arriba al 36 % mentre que els fins superen el 64 % de composició mitjana, dels quals les argiles en són el 7,3 %. El valor mitjà de la mida de gra és 59,4  $\mu\text{m}$  (llims molt gruixuts) mentre que la mediana correspon també als llims molt gruixuts ( $D_{50} = 45,1 \mu\text{m}$ ). La mineralogia d'aquesta unitat mostra proporcions similars de carbonats i silícics. Així, la composició carbonatada està dominada per la dolomita (32,8 %), calcita amb un 6,4 % i també calcita magnesià (1,4 %). El quars representa un 34,6 % i els feldspats poc més del 3,2 %. La il·lita amb més de un 8,2 % i la caolinita amb 3,5 % són les argiles presents. A destacar la probable presència d'anhidrita. L'halita també hi és omnipresent amb poc més del 7 %.

#### **8.10.4.2. Interpretació**

Aquest sondatge enregistra l'acumulació de sediments procedents d'una font exterior que es dipositen sobre una acumulació de materials carbonatats procedents de l'acumulació de grans carbonatats residuals de la corrosió de les parets i calcita flotant. Això podria indicar etapes de fluctuació relativament recents del nivell de les aigües freàtiques a la cavitat per tal de poder haver-hi cambres d'aire i així produir-se la precipitació de la calcita flotant.

#### **8.10.5. SONDATGE GL05**

##### **8.10.5.1. Descripció**

Aquest sondatge es troba localitzat a la sala des Cendrar dins del sector Clàssic de la cavitat (Fig. 8.36). Es tracta d'un sondatge de només 12 cm de potència de sediments que corresponen a una acumulació de llims arenosos amb alguns clastos.

El sondatge presenta una coloració alternant vermell fosc a marró fort en humit que és groc vermellós a vermell groguenc en sec. Els percentatges de matèria orgànica a sastre del sondatge superen el 15 % mentre que a la resta estan al voltant del 7 %. Dins del sondatge s'hi observen nivells diferents amb contactes relativament nets que venen donats per la variació en el percentatge de la fracció arena. Encara que la mitjana del contingut d'arenes en el sondatge és de 26,2 % aquests valors (Fig. 8.39) poden arribar a superar el 40 % (mostra GL05-03). La mitjana del contingut en fins és del 73,9 % dels quals només un 6,9 % correspon a les argiles, valor que quasi és nul en els nivells amb

major proporció arenosa. En aquest mateix nivell la proporció de graves supera el 19 %. El valor mitjà de la mida de gra de tot el sondatge és de 50,6  $\mu\text{m}$  (llims gruixuts) i el valor de la mediana correspon a llims gruixuts ( $D_{50} = 28,42 \mu\text{m}$ ). Des del punt de vista de la mineralogia hi ha una clara dicotomia entre els nivells més llimosos i els que hi predominen les arenes. En el cas d'aquests darrers, la composició és eminentment carbonatada, amb quasi un 90 % de calcita i poc més del 1,7 % de dolomita. El quars tan sols representa un 6,6 % i les argiles quasi absents (il·lita amb un 1,2 %). L'halita presenta tan sols un 0,6 %. En el cas dels nivells llimosos, és el quars el que domina amb quasi un 60 %, i les argiles superen el 10 % (la il·lita amb un 7,1 % i la caolinita amb un 3,8 %). Els feldspats representen el 5,8 % i els carbonats tenen dolomita amb un 12,7 %, calcita amb un 4,5 % i també calcita magnesià amb un 1,3% de mitjana. L'halita representa el 3,3 %. A destacar en els nivells inferiors la presència d'anhidrita amb uns valors que poden arribar a superar el 4 %.

#### **8.10.5.2. Interpretació**

Els sediments d'aquest sondatge corresponen a les característiques fàcies d'entrada formades per sediments llimosos silícics vermells, aportats des d'entrades a la cavitat (avui en dia taponades) i que en aquest cas incorporen també abundants fragments de roca, introduïts de forma residual com a resultat del taponament de l'entrada probablement per processos de microfracturació i col·lapse.

#### **8.10.6. SONDATGE GL06**

##### **8.10.6.1. Descripció**

Aquest sondatge es troba localitzat a la cambra dels Moros dins del sector Cinc-cents de la cavitat (Fig. 8.36). Es tracta d'un sondatge de només 10 cm de potència de sediments que corresponen a una acumulació de llims orgànics.

S'hi diferencien dos tipus diferents de sediments alternants amb capes d'uns dos centímetres de potència amb contactes molt nets (Fig. 8.43). Per una banda tenim coloracions groguenques que alternen amb nivells negres en humit i que en sec donen coloracions marronoses i griseses respectivament. Els percentatges de matèria orgànica són molt similars amb un valors mitjans superiors al 19 % (21 % en el cas dels nivells més obscurs). Pel que fa a la mida de gra, els nivells obscurs estan format majoritàriament per arenes (amb elevats percentatges de la fracció d'arenes gruixudes)

amb poc més del 68 % mentre que els fins tenen poc més del 31 % del qual només un 3,5 % correspon a la fracció de les argiles. El valor mitjà de la mida de gra és de 342,7  $\mu\text{m}$  (arenas mitjanes) mentre que la mediana correspon a la ració arenas fines (D50 = 209,5  $\mu\text{m}$ ). Els nivells groguencs presenten un percentatge de la fracció arenas del 53,5 % i els fins són un 46,5 % dels quals les argiles en són poc més d'un 6 %. En aquest cas els valors mitjans de la mida de gra són molt més baixos, amb una mitjana de 122,7  $\mu\text{m}$  (arenas molt fines) i una mediana que cau també dins de la fracció arenas molt fines (D50 = 70,82  $\mu\text{m}$ ). La mineralogia dels diversos nivells és també diferent, encara que no amb tanta intensitat com ho és la variació textural. Encara que el mineral dominant és el quars (42,5 % en els nivells grocs i 65,4 % en els nivells obscurs), els carbonats presenten elevades proporcions en els nivells grocs. Així la dolomita és el principal component carbonatat amb un 25,25 % (només 7,5 % en els nivells negres), la calcita amb un 8,7 % (6,7 % en els nivells obscurs en els quals també hi ha calcita magnesiàna –1,8 %). Els feldspats presenten percentatges un poc superiors en el cas dels nivells obscurs (5,8 % per un 3,2 % en el cas dels nivells grocs), mentre que les argiles presenten valors molt similars (un 6 % per la il·lita i un 2,5 % per a la caolinita). A destacar la presència d'anhidrita a la base del sonatge amb un valor que puntualment supera el 13 %. L'halita està present amb un 6,1 % en els nivells grocs i duplica el seu percentatge en els nivells obscurs.

#### **8.10.6.2. Interpretació**

Els sediments que presenta aquest sonatge són de difícil interpretació. S'hi observen dues seqüències pràcticament idèntiques en les quals sobre uns nivells obscurs amb major percentatge de matèria orgànica s'acumulen sediments de composició més carbonatada procedent de la corrosió de la roca. La magra aportació de material llimós vermell podria venir donada per l'allunyament d'una possible entrada, juntament amb el fet que aquesta sembla que s'ha tapat en temps històrics. De fet, converses amb pagesos d'avançada edat de la zona, ens han indicat que en temps recents, alguna d'aquestes entrades ha estat utilitzada com a abocador de pedres recollides al llaurar els camps, fet que pot haver esdevingut durant dècades i fins i tot segles.

#### **8.10.7. MOSTRA GL07**



En aquest cas es tracta d'una mostra obtinguda a l'exterior de la cavitat prop de la sala d'Entrada corresponent al sòl edàfic i que s'ha obtingut per a comparar amb els sediments mostrejats a l'interior de la cavitat. Les característiques generals del sediments procedents del sòl es poden observar amb més detall a les Figs. 8.37, 8.39, 8.40 i 8.41, són d'uns sediments de color predominantment marró, amb continguts de matèria orgànica superiors al 16 % formats per fins amb un 85,7 % dels quals les argiles representen més del 36 %, i per arenes amb el restant 14,3 % en la qual hi domina la fracció d'arenes molt fines. La mitjana de la mida de gra és de 31,82  $\mu\text{m}$  (llims molt gruixuts) i el valor de la mediana situa aquests sediments dins dels llims mitjans ( $D_{50} = 8,4 \mu\text{m}$ ). La mineralogia està dominada pel quars amb un 74,2 % i té un 7,3 % de feldspats. La calcita representa el 7,4 % i la calcita magnesiàica un 4,2 %. Les argiles estant presents amb la il·lita (3,5 %), la caolinita (2,2 %) i altres (1,1 %).

#### **8.10.8. SONDATGE GL08**

##### **8.10.8.1. Descripció**

Aquest sondatge es troba localitzat a la galeria de les Còniques dins del sector Cinc-cents de la cavitat (Fig. 8.36). És el sondatge amb més potència de sediment obtingut, arribant a presentar una potència de sediments de 42,5 cm que corresponen de forma molt uniforme a una acumulació de llims vermel·losos.

El sondatge es caracteritza per la seva uniformitat amb una marcada laminació submil·limètrica tipus varves, donada probablement per l'acumulació de matèria orgànica que presenta valors mitjans entre el 7 i el 8 %. El color dels sediments és vermellós en humit i groc vermellós en sec. La textura està dominada pels fins amb poc més del 74 % de mitjana dels quals un 8,7 % correspon a la fracció de les argiles. Les arenes representen el 25,6 % estan dominades per la fracció d'arenes molt fines. La mitjana de la mida de gra és de 44,7  $\mu\text{m}$  (llims molt gruixuts) i el valor de la mediana situa aquests sediments també dins dels llims molt gruixuts ( $D_{50} = 36,1 \mu\text{m}$ ). La mineralogia està dominada pels components silícics, amb el quars com a principal mineral amb un 56,1 %, els feldspats amb un 7,1 % i les argiles, amb un 8,6 % per la il·lita i un 5,6 % per la caolinita. Els carbonats hi són presents amb la calcita amb quasi un 19 %, la calcita magnesiàica amb un 1,7 % i la dolomita amb un 1,3 %. Hi ha també halita amb valors mitjans del 0,8 %.

#### **8.10.8.2. Interpretació**

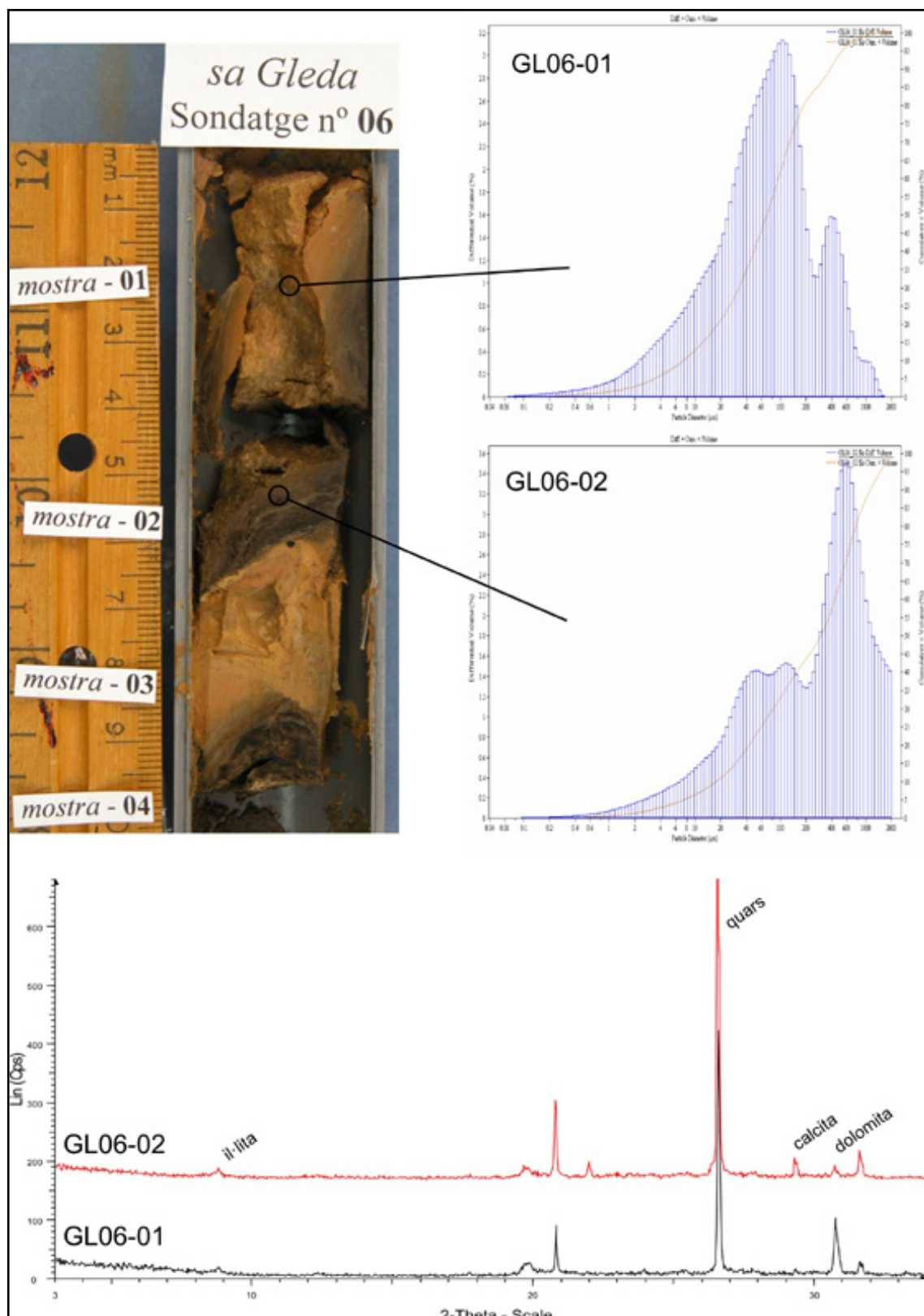


Figura 8.43: La ciclicitat en la sedimentació és un fet corrent en l'acumulació sedimentària a la cova de sa Gleda.

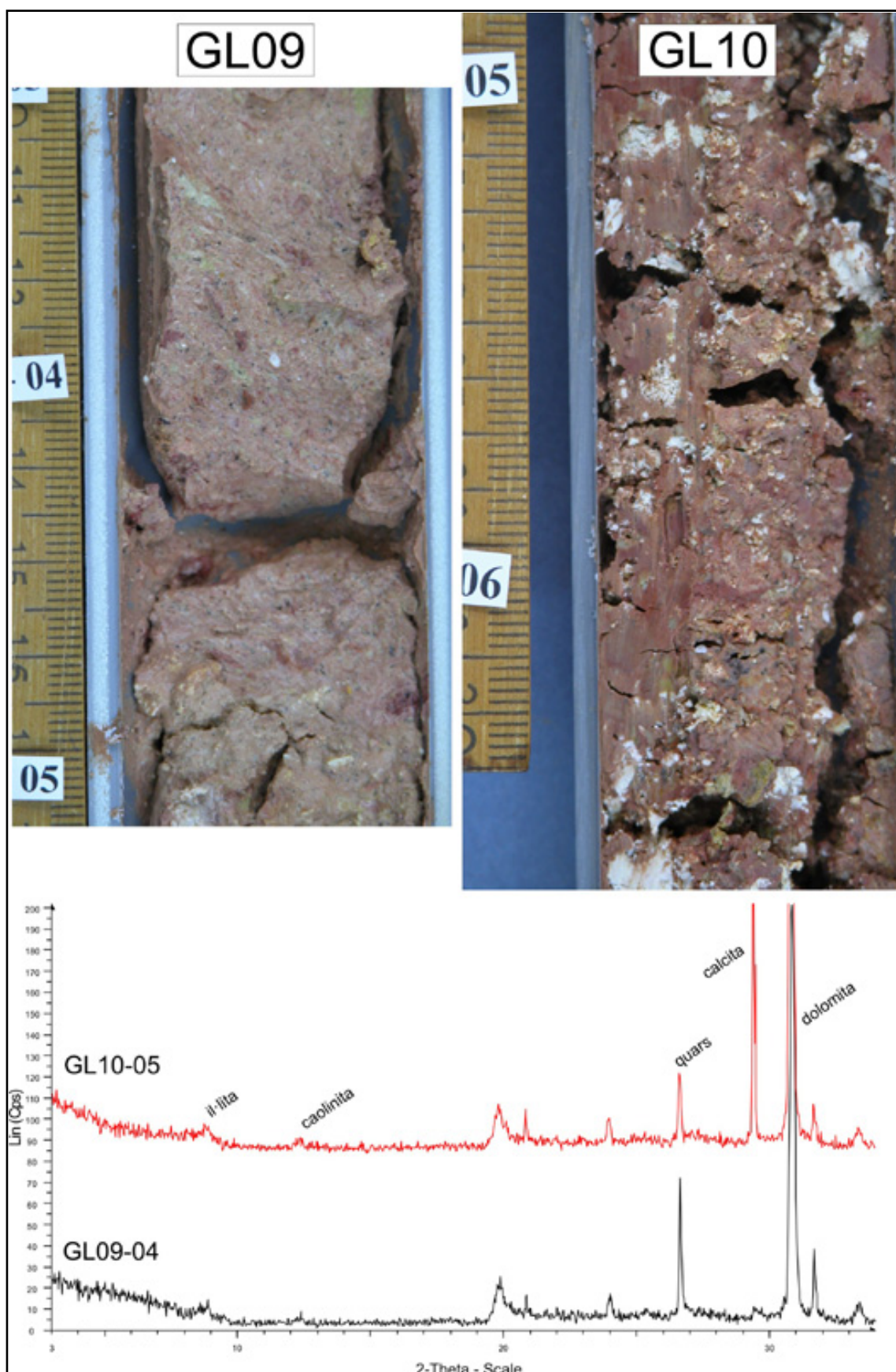


Figura 8.44: Aspecte textural i de color i composició mineralògica dels sondatges GL09 i GL10.





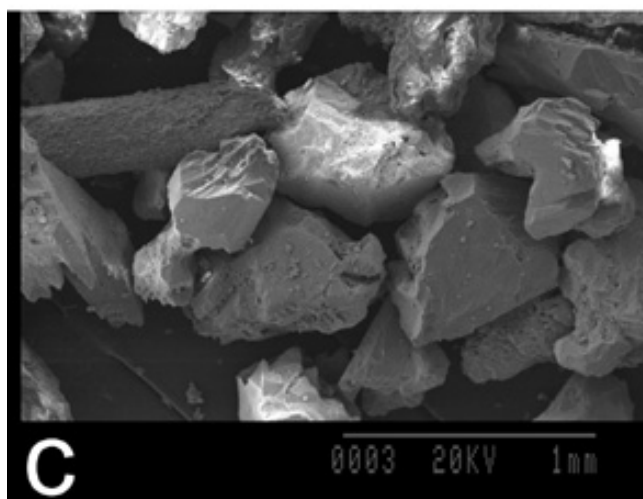
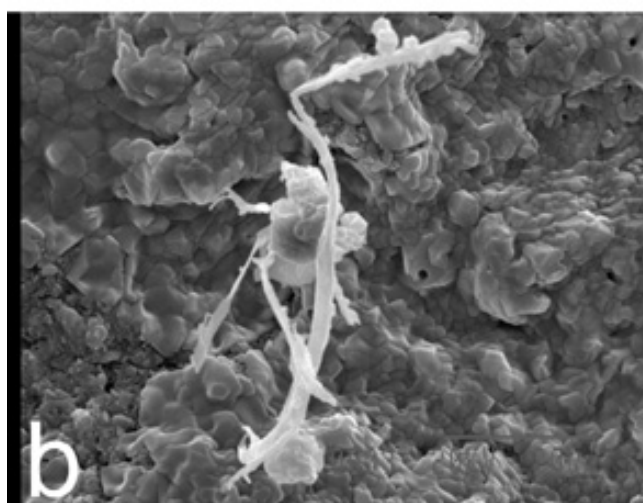
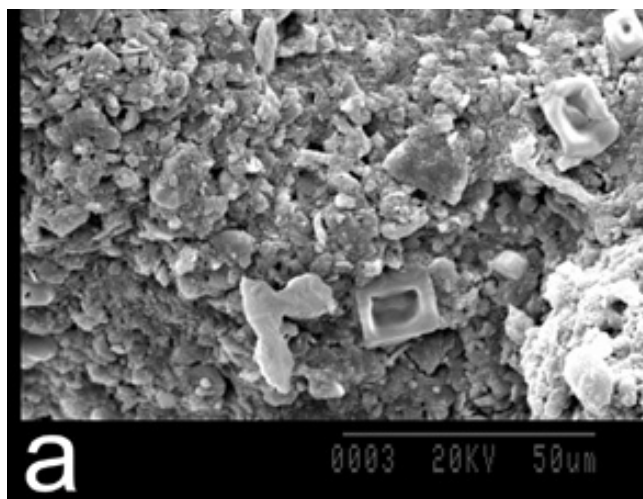
Figura 8.45: Acumulació de grans blocs produïts per l'esfondrament de sales i que estan presents arreu de la cavitat.

La interpretació dels materials presents en aquest sondatge és similar al de les fàcies descrites en el sondatge GL01 i part superior del GL02 i com hem dit al d'altres cavitats localitzades al Miocè de la Marina de Llevant (GRÀCIA *et al.*, 2006). Els materials, en la seva majoria procedents del sòl exterior i del rentat de les pluges de fang (FIOL *et al.*, 2005) són arrossegats en moments d'intensa precipitació externa a la cavitat introduint-se dins de la mateixa per les principals obertures i vies d'accés. Aquests materials corresponen a sediments bàsicament fins i abundant matèria orgànica (llavors i fibres vegetals, principalment). Les principals aportacions, siguin estacionals i/o per altres causes esporàdiques, amb el consegüent període de tranquil·litat sedimentària (probablement només amb les aportacions procedents de la decantació de partícules originades en l'alteració de la roca encaixant), donaria lloc a la laminació varvada que s'hi observa.

#### **8.10.9. SONDATGE GL09**

##### **8.10.9.1. Descripció**

Figura 8.46: Fotografies al microscopi electrònic de rastreig (SEM) d'alguns detalls dels sediments que rebleixen la cova de sa Gleda; a) Llims argilosos formats en la seva major part per grans de quars i argiles. Observi's també la presència de cristalls d'halita –sondatge GL01 part superior–; b) detall de l'anterior amb la presència de restes de fibres vegetals; c) grans de mida arena procedents de la corrosió de les parets de la cavitat –sondatge GL02 nivell inferior–.



Aquest sondatge es troba localitzat a la galeria de les Haloclines, prop de la galeria dels Degotissos dins del sector de Ponent de la cavitat (Fig. 8.36). Es tracta d'un sondatge de 20 cm de potència de sediments que corresponen a una microbretxa dins d'una espècie de “pasta” de composició dolomítica.

El sondatge, força uniforme dins de la heterogeneïtat que presenta, té una coloració general vermell pàl·lid en humit i rosa en sec, encara que presenta nombroses taques de coloracions sigui més vermelloses o més blanques (Fig. 8.44). Encara que el contingut en matèria orgànica que s'observa a la Fig. 8.37, dóna valors al voltant del 20 %, creiem que aquesta dada és errònia deguda a un error en el procés d'anàlisi i que no s'ha pogut comprovar per manca de més mostra. Deixant de banda la microbretxa, present a base i sostre dels sondatges i que no s'ha pogut analitzar per manca de volum de material, la resta dels sediments (matriu) són molt uniformes.



Figura 8.47: Estructura cònica formada per l'acumulació de calcita flotant (sala de les Còniques). Observi's la interacció amb els sediments llimosos silícics vermellencs.

La proporció de la fracció arena està al voltant del 37 %, amb predominança de la fracció d'arenas molt fines, i la dels fins arriba quasi al 63 % dels quals les argiles representen el 9,6 %. La mitjana de la mida de gra és de  $98,7 \mu\text{m}$  (arenas molt fines) i el valor de la mediana situa aquests sediments també dins dels llims molt gruixuts ( $D_{50} = 41,8 \mu\text{m}$ ). La mineralogia és força característica, estant dominada per la dolomita amb valors mitjans superiors al 72 %. La calcita representa un 12,8 %. El quars amb un 9,6 % de mitjana i els feldspats amb un 0,6 % també hi són presents encara que de forma testimonial, a l'igual que les argiles (amb un 2,1 % per la il·lita i un 1,1 % per la caolinita). L'halita hi és present al llarg de tot el sondatge amb uns valors mitjans del 3,8 %.

#### 8.10.9.2. Interpretació

La interpretació de la unitat sedimentària representada per aquest sondatge és força complexa. Probablement es tracti del nivell d'alteració superficial de la roca encaixant, accelerat per la interacció entre els nivells de la roca alterada afectada pels importants nivells de corrosió que actuen a la cavitat i el quimisme dels sediments

llimosos externs que accedeixen en aquesta part de la galeria, amb un estil similar al descrit per GINES *et al.* (2007) per a la cova de s'Ònix.

#### **8.10.10. SONDATGE GL10**

##### **8.10.10.1. Descripció**

Aquest sondatge es troba localitzat a les galeries de les Haloclines dins la zona terminal del sector de Ponent de la cavitat (Fig. 8.36). Es tracta d'un sondatge de 40 cm de potència de sediments que corresponen a una bretxa amb matriu vermellosa.

Tot el sondatge és molt homogeni presentant una coloració marró vermellosa en humit que esdevé rosa en sec. Està format per bretxes amb clastos molt alterats angulosos i molt irregulars de mida de calcàries dolomítiques blanques (Fig. 8.44). Distribuïda de forma irregular hi ha matriu argilosa més vermellosa entre els clastos. Texturalment està formada per arenes en un 38 % en les quals hi predominen les arenes molt fines, i poc més del 61 % de fins, dels quals les argiles no arriben a representar el 6 %. Els clastos presenten una textura molt heteromètrica amb mides màximes que estan al voltant del centímetre. Els materials fins presenten una mitja de 65 µm (arenes molt fines) i el valor de la mediana s'enquadra dins dels límits molt gruixuts ( $D_{50} = 48 \mu\text{m}$ ). La mineralogia del sondatge està conformada en la seva major part pels carbonats que corresponen als clastos de la bretxa, i que presenten dolomita en poc més del 53 % i calcita en un 30 %, també hi ha un poc de calcita magnesiàica (0,9 %). El quarz amb un 4,8 % (present majoritàriament en la matriu) i els feldspats amb un 0,2 % i escaig, juntament amb les argiles (il·lita amb un 1,9 % i caolinita amb un 1,1 %) són els altres minerals presents. L'halita hi és present al llarg de tot el sondatge amb valors al voltant del 5 %, que arriba al 30 % a sobre de la seqüència.

##### **8.10.10.2. Interpretació**

Els materials presents en aquest sondatge corresponen a l'alteració de la roca en un cas similar al descrit per al sondatge anterior (GL09). Malgrat tot, hi ha certes diferències (Fig. 8.44). La comparació entre els sondatges GL09 i GL10 indica probablement dos graus d'alteració diferents, estant el cas del sondatge GL09 molt més avançat que el GL10. S'ha de remarcar el volum de material que està afectat per aquesta alteració que té el seu inici en una forta dolomitització de la roca, i que com mostra el



sondatge efectuat en aquesta galeria arriba a acumular-s'hi més de mig metre de material alterat.

#### **8.10.11. SONDATGE GL11**

##### **8.10.11.1. Descripció**

Aquest sondatge es troba localitzat a la galeria Cinc-cents dins del sector del mateix nom de la cavitat (Fig. 8.36). Es tracta d'un sondatge de només 11 cm de potència de sediments que corresponen a una acumulació d'arenes llimoses.

Tot el sondatge és molt uniforme presentant una coloració vermella en humit rosa en sec. El contingut en matèria orgànica és un poc superior al 4 %. No s'hi observa cap tipus d'estructura sedimentària, i des del punt de vista textural està format per quasi un 80 % per la fracció arena i la resta per fins, dels quals poc més del 8,7 % correspon a la fracció argila. El valor mitjà de la mida de gra és de 483,9  $\mu\text{m}$  (arenas mitjanes) i el valor de la mediana és de 444,9  $\mu\text{m}$  (també arenas mitjanes). Surant dins les arenas s'hi observen alguns clastes (fragments d'espeleotemes) de mida grava. La mineralogia és essencialment carbonatada estant constituïda en un 82,5 % per calcita, i un 13,2 % per dolomita. El percentatge del quars no arriba al 1 % i hi ha halita en un 3,6 %. La presència d'argiles és testimonial.

##### **8.10.11.2. Interpretació**

La sedimentació a la galeria Cinc-cents, que representa el sondatge descrit, indica una sedimentació autòctona constituïda per la caiguda de partícules del sostre de la cavitat per efectes de la corrosió.

### **8.11. Altres aspectes del rebliment de la cova de sa Gleda**

Al llac d'entrada, hi és present una gran acumulació sedimentària formada per blocs, còdols i graves, molt heteromètrics i sempre amb morfologies aplanades i vores anguloses, procedents del trencament del sostre de la cavitat. El posterior transport, sigui per simple rodolament afavorit pel pendent, sigui per arrossegament pels corrents d'entrada en moments de fortes precipitacions, provoca el desenvolupament d'una pseudoestructura deltaica (*fan delta* –con al·luvial subaquós–). Aquests materials

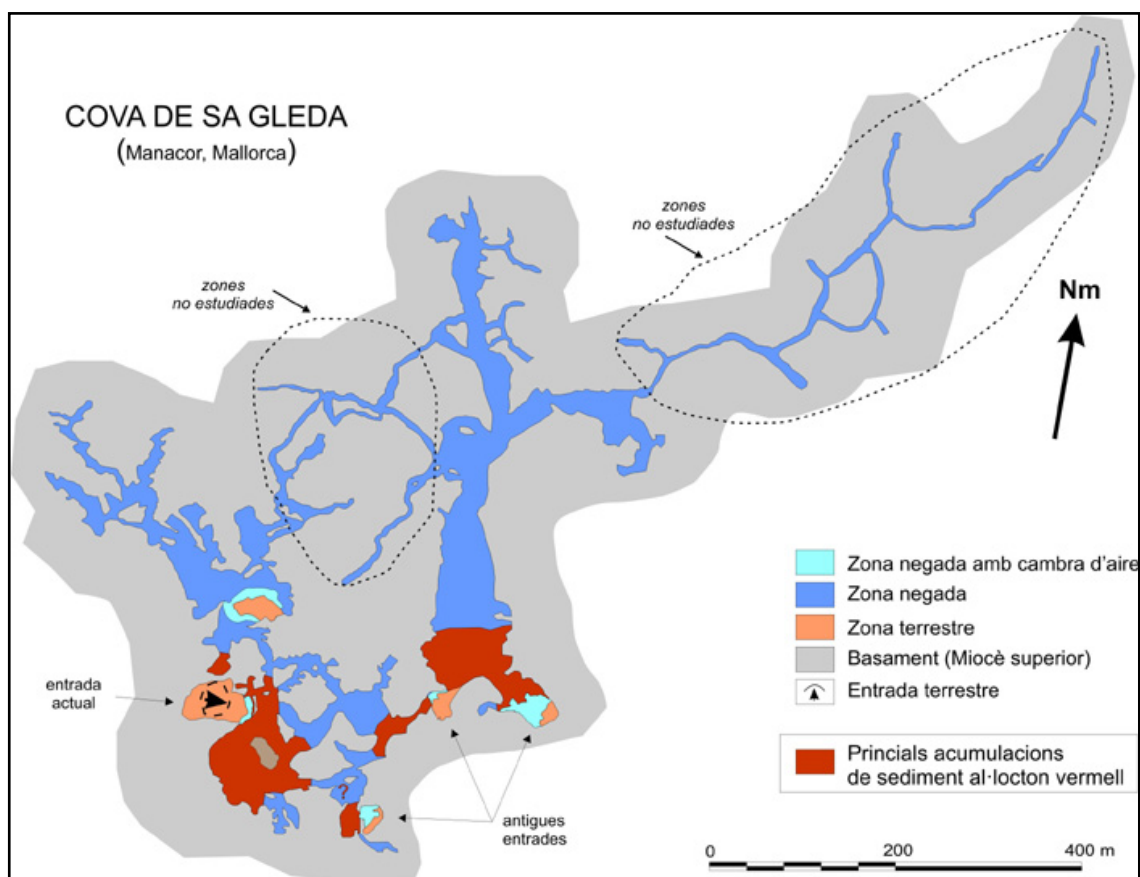


Figura 8.48: Distribució de les principals acumulacions de sediments de materials silíceus vermellosos a la cova de sa Gleda. Observi's la seva relació amb els principals punts d'entrada de la cavitat.

grollers cap a l'interior van sent tapissats per la sedimentació llimosa vermellosa que caracteritza per exemple, els sondatges GL01 o GL08 entre d'altres.

La cova de sa Gleda es caracteritza també per la presència de grans esfondraments (Fig. 8.28) els quals queden reflectits no només en superfície o en la secció

de la cavitat sinó també en la presència i acumulació de grans blocs, que es troben presents arreu de la cova (Figs. 8.29, 8.31 i 8.45) i que es caracteritzen texturalment per presentar mides d'ordre mètric, tendències a la forma aplanada amb gruixes d'ordre decimètric a mètric (coincidint amb la potència de capes corresponen a l'estratificació dels nivells del Miocè) i amb vores subanguloses, trobant-se en l'actualitat la majoria coberts parcialment de sediments.

## 8.12. Aspectes generals de la sedimentació a la cova de sa Gleda

De forma esquemàtica podem considerar, la cova de sa Gleda i les seves diferents galeries i sales, com un laboratori natural d'experimentació entre els processos sedimentaris interns i amb aportacions externes i la interrelació amb tots els processos d'alteració geoquímica donats entre la roca, el sediment, i la variabilitat físico-química del medi en la zona d'interferència entre les aigües dolces i les marines que caracteritzen aquestes cavitats costaneres.

Les principals fonts del sediment que s'acumulen al seu interior corresponen a les aportacions externes de materials fins procedents en la seva major part del sòl edàfic que incorporen un gran volum de matèria orgànica en forma de restes de fibres vegetals i altres elements més grollers (Fig. 8.46), elements d'impureses i restes de roca procedents de l'alteració i corrosió d'aquesta (Fig. 8.46), i finalment la pròpia producció carbonatada originada en els processos de precipitació superficial en els llacs interns en forma de calcita flotant (Fig. 8.47).

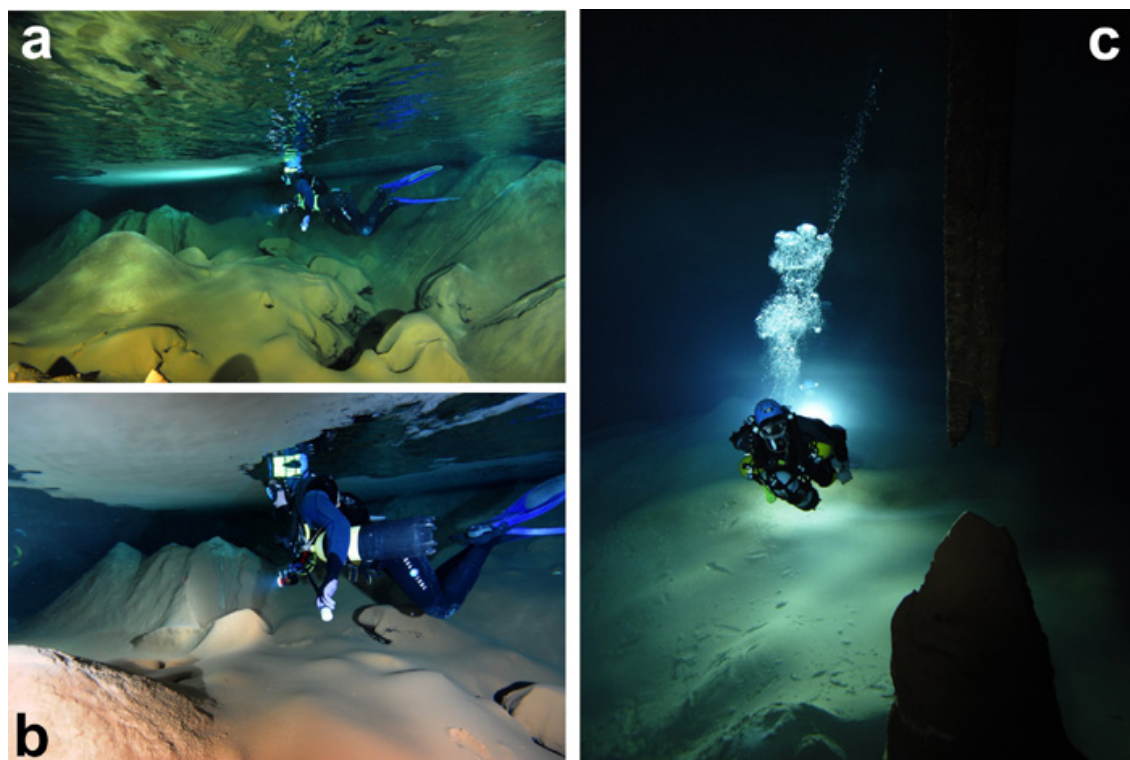


Figura 8.49: La presència de sediment, carbonatat o silícic, o una barreja d'ambdós és present a la major part de la cavitat: a) i b) galeria de les Còniques; c) Sala Francesc Ripoll.

En el cas de les aportacions externes, aquestes es localitzen de forma clara a les entrades (Fig. 8.48), sigui l'actual, o altres que en l'actualitat ja es troben bloquejades i que es dipositen principalment per decantació en arribar les aigües d'escorrentia als llacs de la cavitat. Aquests mostren així una característica laminació lacustre amb aportacions puntuals externes i processos de sedimentació per decantació que li confereixen una característica laminació, molt fina de tipus varva. En funció de la intensitat del flux de l'escorrentia que arriba a la zona freàtica procedent de l'exterior, els materials poden ser impulsats i arribar més o menys a l'interior dels conductes, mesclant-se aleshores amb la pròpia sedimentació procedent de la meteorització de la roca o amb l'acumulació de calcita flotant (Fig. 8.47 i 8.49b) en els llocs en les quals aquesta es produeix. Per això s'ha de tenir present la presència de cambres d'aire dins la cavitat, i la profunditat a la qual es troba l'haloclina i el possible moviment de les aigües freàtiques. Així doncs tenint present tant els tipus d'entrada de sediment com els processos d'acumulació podem pensar en la interrelació entre dos processos i fàcies sedimentàries. Per una banda tindríem les *backswamp facies* (fàcies de darrera maresma) de BOSCH & WHITE (2004) corresponents a l'acumulació de material fi procedent del sòl suprajacent o de la pròpia meteorització de la roca (Fig. 8.50) i que pràcticament no sofreix cap tipus de transport, i per altra les *slackwater facies* (fàcies d'aigües estancades) en les quals el material més fi, siguin llims i/o argiles, és transportat cap a l'interior dels conductes en forma de suspensió i s'acumula finalment per processos de decantació.

Per altra banda els processos de corrosió lligats a la zona de mescla poden donar lloc a grans acumulacions de restes de roca alterada (Fig. 8.50) que pot interaccionar també des d'un punt de vista geoquímic amb part dels sediments d'infiltració (Fig. 8.44) donant graus i, en conseqüència, tipus molt diferents de sediments.

### 8.13. La roca encaixant

S'han mostregat de forma preliminar les parets de la cavitat per tal de caracteritzar la roca encaixant i poder veure qualsevol tipus de relació en relació al reblliment sedimentari, estructura general de la cavitat i formes de corrosió presents. El nombre de punts mostrejats ha estat de vuit distribuïts al llarg de tota la cavitat, a diferents profunditats i en relació a diversos aspectes geomorfològics (Fig. 8.36).



Deixant de banda la mostra GL-R01 que presenta una mineralogia formada en la seva totalitat per dolomita, la resta de les mostres corresponen a calcita amb baix contingut en magnesi (LMC). Només les mostres GL-R07 i GL-R08 presenten a part de calcita una petita proporció de dolomita (8 i 4 % respectivament).

Les característiques texturals i composicionals són variables i atribuïbles a la sedimentologia que caracteritza els diferents subambients deposicionals carbonatats dins del medi escullós que corresponen al Miocè superior en aquesta part de la Marina de Llevant (FORNÓS *et al.*, 1989). Tenim *rudstones* (GL-R01, GL-R02, GL-R03 i GL-R06), en els quals els seus components principals són els coralls (*Porites* sp) i mol·luscs, especialment bivalves, amb una gran porositat interpartícula reomplerta per ciment esparític amb grans cristalls d'ordre centimètric de tipus freàtic, que presenten coloracions rosades i un elevat grau d'alteració superficial. Els *grainstones* (GL-R04, GL-R05, GL-R07) estan formats per bioclasts, principalment fragments de mol·luscs i

algues coral·linàcies (especialment la mostra GL-R04), algunes d'elles amb una lleugera alteració superficial, i molt poca porositat. Hi ha també un *grainstone* oolític (mostra GL-R07) probablement corresponent al Complex Terminal (FORNÓS *et al.*, 1989), i

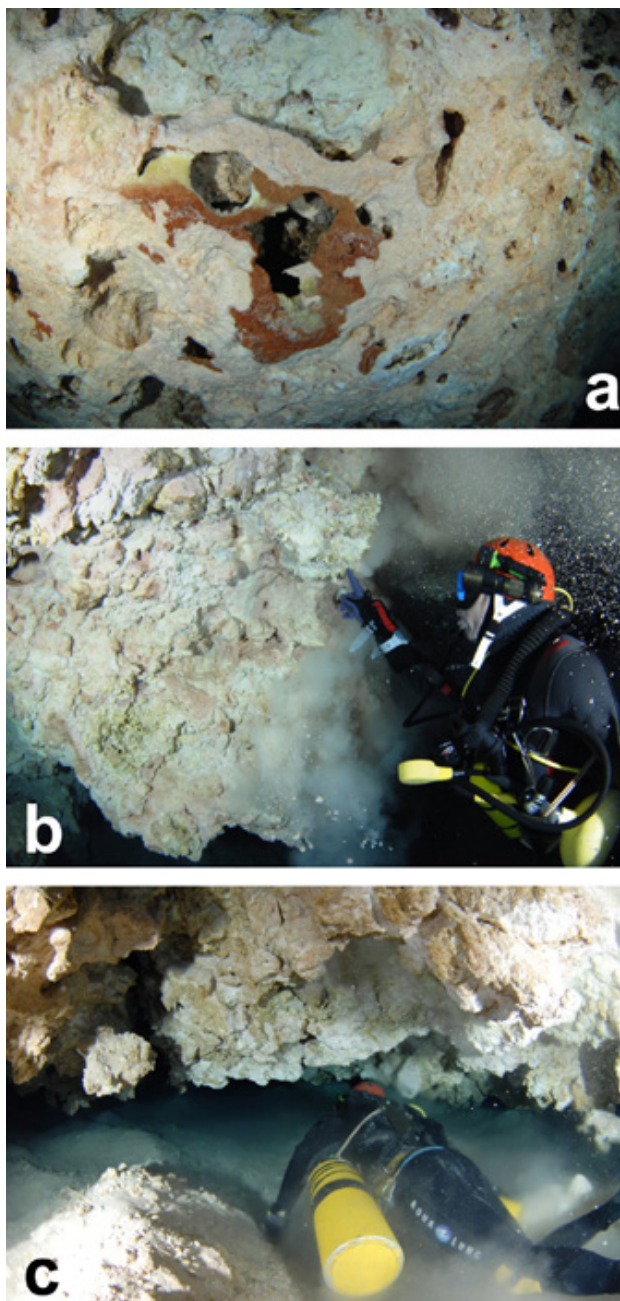


Figura 8.50: L'alteració de les calcarenites miocenes força evident en les parets de la cavitat està relacionada amb la zona de mescla produeix una desintegració granular que dona lloc a una gran quantitat de sediment carbonatat; a) roca fortament afectada per la corrosió, circuit dels Pirates; b) pluja de sediment arenós, començament de la galeria de les Còniques; c) acumulació de sediment en forma d'arenes i graves, galeria de les Haloclines.

unes calcàries rosades (*mudstone*) amb ciment microesparític (GL-R08), clarament diferenciable de la calcària cristal·lina esparítica que presenta una gran porositat tipus *vug* (GL-R06).

L'estudi preliminar de les mostres de roca i la seva relació amb la presència de formes de corrosió a la cavitat així com de la presència de gran sales, permet aventurar una clara relació entre les fàcies presents i la presència de les característiques geomorfològiques. Així les grans unitats d'esfondraments, estan clarament relacionades amb les fàcies esculloses amb presència de coralls i una gran porositat primària. Aquestes mateixes fàcies també són sobre les que s'hi desenvolupen la major part de formes de corrosió, entre les que hi destaquen les morfologies espongiformes.

## 8.14. Els espeleotemes

La distribució dels espeleotemes a la cavitat ve condicionada per la fondària, bé per la seva gènesi directa o bé perquè la localització de les franges d'haloclines ha destruït o fet malbé àmplies àrees de formacions litoquímiques. També les zones afectades per esfondraments recents queden despulades dels precipitats calcaris que queden enterrats sota els blocs.

Els espeleotemes més abundants a la cavitat són els de degoteig (estalactites, estalactites fistuloses, estalagmites, columnes i massissos estalagmítics). Són abundants les columnes que estan compreses entre 7 i 12 m d'alçada i els massissos estalagmítics que superen els 4 m de diàmetre. Les zones més espectaculars i que presenten més formacions d'aquest tipus són: la sala Francesc Ripoll (sector Clàssic); abans d'arribar a la sala dels Dos Llacs, la galeria dels Degotissos i àrees de les galeries de les Haloclines (sector de Ponent); la galeria de les Còniques i alguns laterals de la galeria Cinc-cents (sector Cinc-cents). Les grans estalactites i estalagmites són també freqüents en aquestes mateixes zones; destaca espectacularment, amb un topònim propi, l'estalagmita anomenada "el Vigilant" a la galeria Cinc-cents, d'uns 8 m d'alçada (Fig. 8.9). Les estalactites fistuloses formen agrupacions atapeïdes a les zones més fondes de la galeria dels Degotissos (sector de Ponent) i a un lateral de la sala Francesc Ripoll (sector Clàssic).

Especialment freqüents, a les mateixes zones mencionades abans, són els espeleotemes de flux (colades pavimentaries i parietals). Són habituals les formes mixtes resultat de la combinació de colades estalagmítics que prossegueixen formant



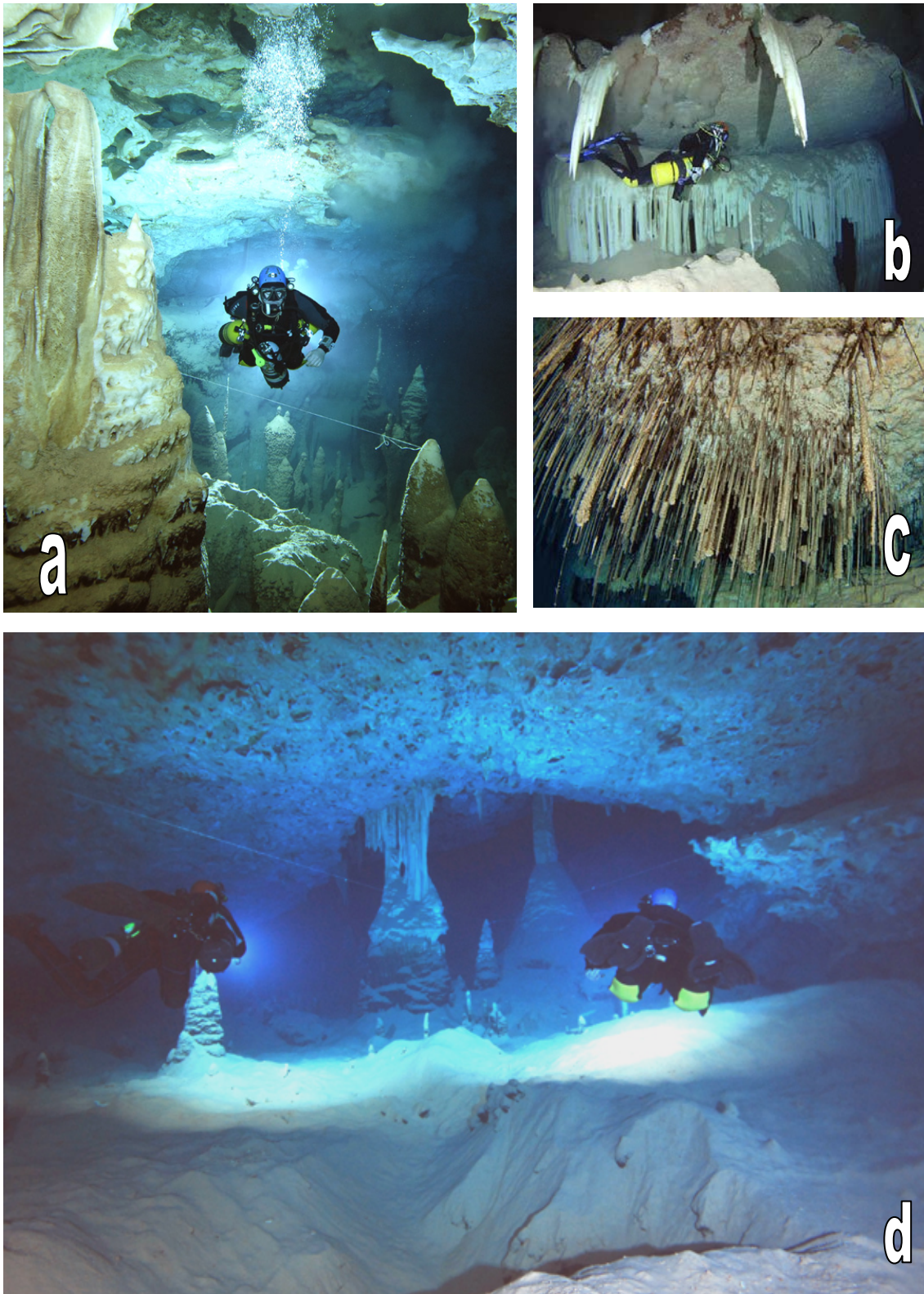


Figura 8.51: a) Formacions secundàries del circuit dels Pirates afectades per processos de dissolució, especialment a la part propera al sostre. b) Estalactites i colades parietals de la galeria dels Degotissos (sector de Ponent); s'aprecia un sobrecreixement freàtic que forma una franja horitzontal. c) Estalactites fistuloses a les zones més pregones del sector de Ponent. d) Columnes i estalagmites de la galeria de les Còniques.

estalactites i columnes (Figs. 8.8 i 8.51b). Els exemplars més vistosos es localitzen a la galeria dels Degotissos i als laterals de la galeria Cinc-cents. Els precipitats de percolació són poc representatius dels sectors estudiats i es presenten només de forma molt ocasional (helictites, formes botrioidals i coral·loides).

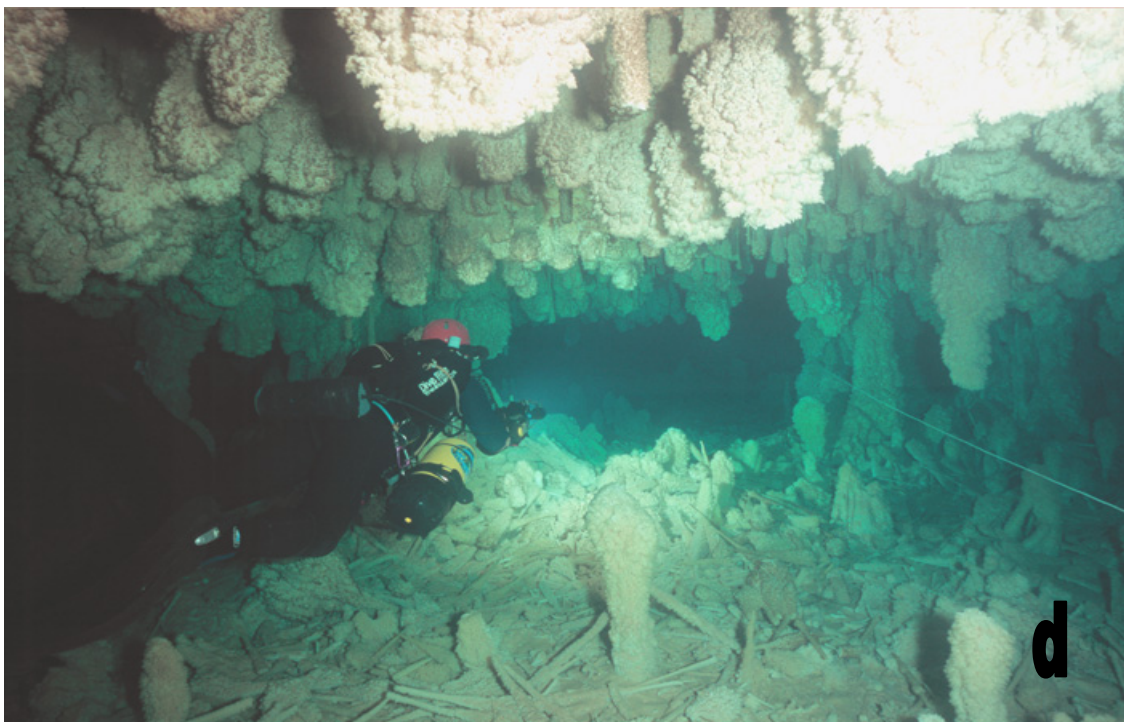
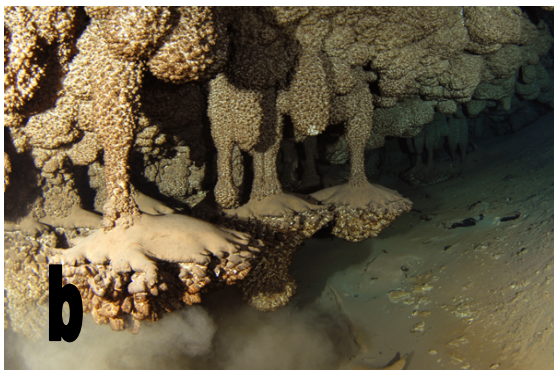
#### 8.14.1. ESPELEOTEMES FREÀTICS

Els espeleotemes més característics de la cavitat són els d'origen subaquàtic, especialment els freàtics, ja que els subaquàtics vadosos, cas dels gours, són molt poc freqüents als sectors estudiats. Aquests només són importants en zones molt concretes de la sala Francesc Ripoll i abans de la sala dels Dos Llacs. Dels freàtics, les estalagmites còniques són espectaculars, especialment al fons del llac de la galeria de les Còniques (sector Cinc-cents). Aquestes no estan cimentades i es veu que estan formades únicament per l'acumulació de làmines de calcita flotant a llocs on la caiguda de gotes d'aigua procedents d'una estalactita les fa enfonsar-se sota l'aigua.

Els espeleotemes freàtics estan relacionats amb antics nivells d'estabilització de la superfície de les aigües subterrànies, controlats a la vegada per les oscil·lacions negatives del nivell marí durant el Quaternari (GINÉS, 2000b). Aquests estan presents en forma de revestiments de cristalls damunt parets i espeleotemes vadosos formant sobrecreixements que es disposen en forma anular, envoltant estalactites, estalagmites i columnes (Fig. 8.52). La presència d'aquests regruixos per precipitació epiaquàtica és molt notòria, formant unes morfologies de precipitació impressionants que caracteritzen moltes de les galeries i sales de la cavitat per ésser extraordinàriament abundants, de gran bellesa i en alguns casos de dimensions importants (sala dels Paleonivells, part del circuit dels Lladres, zona profunda de la galeria dels Degotissos, laterals més fondos de tot el sector Cinc-cents, zones més pregones de les galeries de les Haloclines, etc.). Els paleonivells freàtics són macrocristal·lins i rugosos, segons els llocs de la cavitat, ambdós constituïts per calcita. S'han recol·lectat mostres d'aquests nivells per procedir a la datació mitjançant les tècniques de les series d'urani (Th/U). Totes les mostres procedeixen del sector Clàssic i del sector de Ponent (Fig.8.53). El registre de paleonivells marins ens dona les següents cotes i edats: -1,5 m (més de 350.000 anys), -

Figura 8.52: a) Profusió d'espeleotemes freàtics al circuit dels Pirates. b) Antics gours a 20 m de profunditat que se superposen a recobriments freàtics, abans de la sala dels Dos Llacs (sector de Ponent). c i d) Paleonivells freàtics a -15 m, desenvolupats sobre estalagmites i estalactites vadoses. Circuit dels Pirates.





Mostra	Elevació (m)	Edat (anys)	Mètode
GL-D1	-15,0	78.600 ± 800	MC-ICPMS
GL-D8	-20,5	85.400 ± 900	MC-ICPMS
GL-D3	-17,5	92.700 ± 900	MC-ICPMS
GL-D6	-17,0	97.700 ± 1.100	MC-ICPMS
GL-D7	-13,5	107.400 ± 2.800	MC-ICPMS
GL-D2	-14,0	143.400 ± 1.600	MC-ICPMS
GL-D5	-16,0	77.800 ± 800	TIMS

Figura 8.53: Datacions de les sèries d'urani de sobrecreixements freàtics sobre espeleotemes (POS) de la cova de sa Gleda (segons TUCCIMEI et al., 2006).

data atribuïble a l'estadi 5b (92 ka), i una altra a l'estadi 6 (143 ka), així com una datació (>350 ka) cap a l'estadi isotòpic 9 o anterior i fóra de l'abast del mètode Th/U, 13,5 m (107.400 anys), -14 m (143.400 anys), -15 m (78.600 anys), -16 m (77.800 anys), -17 m (97.700 anys), -17,5 m (92.700 anys) i -20,5 m (85.400 anys) (TUCCIMEI *et al.*, 2006). Les dues

dates més recents corresponen a l'estadi isotòpic 4, seguida d'una ja que sobresurt la capacitat del mètode de datació (com a mínim superior a l'estadi 9).

És important remarcar, com ja s'ha esmentat abans, que es localitzen únicament per davall de les zones d'haloclines, que molt probablement han destruït aquests registres de les oscil·lacions del llacs. També s'ha de dir que els espeleotemes per davall dels 13-14 m fins als -25 m és on es troben en més bon estat de conservació.

## 9. AGRAÏMENTS

Els treballs que constitueixen aquesta memòria s'han pogut dur a terme en estar finançats parcialment gràcies al projectes de l'Obra Social de "SA NOSTRA", Caixa de Balears, dins les convocatòries d'ajuts per a projectes de Conservació de la Biodiversitat 2003 i 2007. Volem agrair al Sr. Andreu Ramis, al Sr. Bartomeu Tomàs, al Sr. Antoni Sorà i a la Sra. Eva Villalonga de l'Obra Social de "SA NOSTRA" les seves atencions i bones disposicions.

El present treball és una contribució al projecte de recerca finançat pel *Ministerio de Educación y Ciencia* -FEDER, CGL2006-11242-C03-01/BTE. Part de les prospeccions faunístiques realitzades s'inclouen dins el projecte REN2001-0580/GLO del Ministeri de Ciència i Tecnologia. Aquest treball s'integra també al projecte de la Dirección General de Investigación del Ministerio de Ciencia y Tecnología, BTE 2002-04552-C03, "El modelat càrstic i l'evolució morfològica i sedimentària del litoral a les Balears, València i Sardenya".

A Joan Fornós, director d'aquesta memòria i col·laborador habitual dels projectes duts a terme tots aquests anys. Ell és el principal promotor i canalitzador de molts dels estudis que es fan sobre el carst de les Balears.

A la Federació Balear d'Espeleologia i en especial als companys del Grup Nord de Mallorca que han col·laborat desinteressadament en les tasques de camp tots aquests anys, especialment: Bernat Clamor, Peter Watkinson, Pere Gamundí, Mateu Febrer, Robert Landreth, Miquel Àngel Gual, Jaume Pocoví, Pedro Gracia, Tòfol Monserrat i Miquel Alexandre Dot. Ells han estat els companys idonis i els grans col·laboradors en les tasques d'exploració, topografia i fotografia. Sense ells la tasca no s'hagués pogut realitzar.

Als companys espeleo-fotògrafs subaquàtics César Bodi, Antoni Cirer, Robert Landreth, Oscar Espinasa i Pedro Gràcia per haver documentat fotogràficament les cavitats.

Al Dr. Joaquim Ginés, Dr. Àngel Ginés i Miquel Trias per la revisió atenta dels articles, per les seves suggerències i especialment per totes les seves aportacions científiques al coneixement del món del carst al llarg de les seves vides. Ells constitueixen els pilars fonamentals de l'actual espeleologia de les Balears.

A l'amic, espeleòleg i quaternarista Damià Vicens, hereu científic d'en Joan Cuerda, pels anys de col·laboracions i estudis plegats, així com el plaer de la seva amistat i de les converses científiques mantingudes. Ha estat un puntal bàsic i constant de motivació naturalística.

A l'amic, espeleòleg i paleontòleg Dr. Pere Bover (IMEDEA), per la determinació i comentaris de la fauna vertebrada trobada a les cavitats.

Al Dr. Damià Jaume de l'Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (IMEDEA); Dra Maria Jesús Uriz, Daniel Martín, João Gil del Centre d'Estudis Avançats de Blanes i al Dr Guillem Pons del Dept. Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears, per les seves col·laboracions en la determinació de la fauna estudiada.

A Ferran Hierro i Joan Cifre dels Serveis Científic-Tècnics de la Universitat de les Illes Balears l'ajuda en l'anàlisi de les mostres de sediment, així com també a Joan Miquel Carmona del Departament de Ciències de la Terra de la UIB i a Montse Guart del Departament d'Estratigrafia de la Universitat de Barcelona.

A Joan Cuerda Barceló, estimat mestre i amic, per haver-me subministrat els fonaments del Quaternari marí, eina imprescindible per interpretar l'evolució de les



cavitats litorals i la seva interacció amb els canvis de nivell marí. La seva abnegació científica i humana ha estat i és un referent per a la comunitat d'estudiosos del Quaternari de les Balears.

A Alfredo Barón, cap del Servei d'Estudis i Planificació de la Direcció General de Recursos Hídrics. Ell ha estat el veritable artífex d'alguns dels documents, ja que ens ho va encomanar per presentar un decret de protecció d'aquests hàbitats subterranis parcialment o total inundats.

Volem agrair a la propietària de la finca de Son Josep Nou, on es localitza l'entrada de la cova de sa Gleda, la Sra. Margalida Puigserver i al seu fill Guillem la seva amabilitat. També volem expressar la nostra gratitud a l'antic propietari de l'entrada terrestre de la cova des Coll, D. Guillem Muntaner i a l'actual D. Guillem Mas, la seva predisposició i les facilitats per accedir-hi. Feim extensiu l'agraïment a tots els propietaris de les finques on s'ubiquen les entrades de la resta de les cavitats litorals estudiades, per permetre'ns l'accés i per les molèsties ocasionades.



## 10. BIBLIOGRAFIA

- ANDREWS, J.N.; GINÉS, A.; PONS-MOYÀ, J.; SMART, P.L. & TRIAS, M. (1989): Noves dades sobre el jaciment paleontològic de la Cova de na Barxa (Capdepera, Mallorca). *Endins*, 14/15: 17-26.
- AOKI, S.; OINUMA, K. & SUDO, T. (1974): The distribution of clay minerals in the recent sediments of the Japan Sea. *Deep-Sea Research*, 21: 299-310.
- BACK, W.; HANSHAW, B. B. & VAN DRIEL, J. N. (1984): Role of groundwater in shaping the eastern coastline of the Yucatán península, Mexico. In: *Groundwater as a Geomorphic Agent*. La Fleur Allen & Unwin, 281-293. Boston.
- BATLLE, A. (1973): Notes sobre la litogènesi de la cova de Can Bordils. *Comunicacions III Simp. Espeleologia*, 31: 4-320. Mataró.
- BIBILONI, M A. (1990): *Fauna de esponjas de las islas Baleares. Variación cualitativa y cuantitativa de la población de esponjas en un gradiente batimétrico*. Tesis doctoral. Universidad de Barcelona 594 pp.
- BÖGLI, A. (1980): Karst hydrology and physical speleology. *Springer-Verlag*, 1-284, Berlín.
- BOSCH, R.F. & WHITE, W.B. (2004): Lithofacies and transport of clastic sediments in karstic aquifers. In: Sasowsky, I.D. & Mylroie, J. (eds.), *Studies of cave sediments. Physical and chemical records of paleoclimate*. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, pp. 1-22.
- BOVER, P. & RAMIS, D. (2005): Requiem for *Myotragus balearicus* domestication. In ALCOVER, J. A. & BOVER, P. (eds.): *Proceedings of the International Symposium "Insular Vertebrate Evolution: the Palaeontological Approach"*. *Monografies de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 12: 73-84.
- BACK, W.; HANSHAW, B.B. & VAN DRIEL, J.N. (1984): Role of groundwater in shaping the eastern coastline of the Yucatan Peninsula, Mexico. In: LAFLEUR, R.G. (ed.) *Groundwater as a geomorphic agent*. Allen & Unwin Inc. 281-293. Boston, USA.
- BRETZ, J. (1942): Vadose and phreatic features of limestone caverns. *The Journal of Geology*, vol. L, num. 6.
- CLARKE, O. (1991): Diving in Drach. *Descent*, 101: 32-33.
- CLARKE, O. (1991-1992): Report of the Cwmbran Caving Club diving expedition to Son Josep. Mallorca in October 1990. *The Red Dragon-Y Ddraig Goch*, 18: 28-30.

- DAVIES, W. E. (1949): Features of cavern breakdown. *National Speleological Society Bulletin*, 11: 34-35.
- DAVIES, W. E. (1951): Mechanics of cavern breakdown. *National Speleological Society Bulletin*, 13: 36-42.
- DAVIES, W.E. (1960): Origin of caves in folded limestone. *Nat. Speleol. Society Bulletin*, 22 (1): 5-18. Huntsville, USA.
- DAVIS, W.M. (1930): Origin of limestone caverns. *Geological Society of America Bulletin*, 41: 475-628.
- DUBLYANSKY, Y. (2000): Hydrothermal speleogenesis: its settings and peculiar features. In: KLIMCHOUK, A.B.; FORD, D.C.; PALMER, A.N. & DREYBRODT, W. (eds.) *Speleogenesis. Evolution of karst aquifers*. National Speleological Society. 292-297. Huntsville, USA.
- DUBLYANSKY, Y. (2005): Hydrothermal caves. In: CULVER, D.C. & WHITE, W.B. (eds.) *Encyclopedia of caves*. Elsevier. Academic Press. 300-305. Burlington, USA.
- EGEMEIER, S.J. (1981): Cavern development by thermal waters. *Nat. Speleol. Society Bulletin*, 43: 31-51. Huntsville, USA.
- ENCINAS, J.A. (1994): *501 grutas del término de Pollensa (Mallorca)*. Editorial Punt Gràfic. 609 pp. Pollença.
- ESTEBAN, M. (1979/80): Significance of the Upper Miocene Reefs of the Western Mediterranean. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 29: 169-188.
- FARR, M. (1997-1998): Dragon cave diving expedition to Mallorca - 1996. *The Red Dragon-Y Ddraig Goch*, 24: 89-97. U.K.
- FARR, M. (2000): *The Darkness beckons*. 304 pàgs. Diadem books, London.
- FAURA Y SANS, M. (1926): *Cuevas de Mallorca*. XIV Cong. Geol. Intern., Inst. Geol. España, Gráficas Reunidas, S.A. 78 pàgs. Madrid.
- FERRER-HERNÁNDEZ, F (1917): Algunas esponjas interesantes de Málaga. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 17: 228-230.
- FIOL, LL.; FORNÓS, J.J.; GELABERT, B. & GUIJARRO, J.A. (2005): Dust rains in Mallorca (Western Mediterranean): Their occurrence and role in some recent geological processes. *Catena*, 63: 64-84.
- FLOREA, L.J.; VACHER, H.L.; DONAHUE, B. & NAAR, D. (2007): Quaternary cave levels in peninsular Florida. *Quaternary Science Reviews*, 26: 1344-1361.

- FORD, D.C. & EWERS, R.O. (1978): The development of limestone cave systems in the dimensions of length and breadth. *Canadian Journal of Earth Science*, 15: 1783-1798.
- FORD, D. & WILLIAMS, P. (1989): *Karst Geomorphology and Hydrology*. U. Hyman, p. 601, London.
- FORNÓS, J.J. (1999): Karst collapse phenomena in the Upper Miocene of Mallorca (Balearic Islands, Western Mediterranean). *Acta Geologica Hungarica*, 42 (2): 237-250.
- FORNÓS, J. J. & GELABERT, B. (1995): Litologia i tectònica del carst de Mallorca / Lithology and tectonics of the Majorcan karst. *Endins*, 20 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 20: 27-43.
- FORNÓS, J.J. & GELABERT, B. (2004): Balears. In: VERA, J.A. (ed.) *Geología de España*. Sociedad Geológica de España – IGME. 450-464. Madrid
- FORNÓS, J.J. & GRÀCIA, F. (2007): Datació dels sediments recents que rebleixen les cavitats de sa Gleda i del Sistema Pirata-Pont-Piqueta: Primeres dades. *Endins*, 31: 97-100.
- FORNÓS, J.J. & GRÀCIA, F. (2008): Característiques sedimentàries de la cova d'en Bassol (Felanitx, Mallorca). *Endins*, 32: 151-163.
- FORNÓS, J.J.; PRETUS, J.L. & TRIAS, M. (1989): La Cova de sa Gleda (Manacor, Mallorca), aspectes geològics i biològics. *Endins*, 14-15: 53-59.
- FORNÓS, J. J.; CRESPI, D. & FIOL, L. (1997): Aspectes mineralògics i texturals de la pols procedent de les pluges de fang a les Illes Balears: la seva importància en alguns processos geològics recents. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 40: 113-122.
- FORNÓS, J.J.; POMAR, L. & RAMOS-GUERRERO, E. (2002b): Balearic Islands. In: GIBBONS, W. & MORENO, T. (eds.). *The Geology of Spain*. The Geological Society. 327-334. London.
- FOSSA, S. A. & NILSEN, A. J. (1996): *Korallenriff Aquarium*, 5. Ed. Birgit Schmettkamp Verlag, Bornheim, Germany.
- GARCIA, J.; DELGADO, X. & FERRERES, J. (1986): Recull de cavitats de l'illa de Mallorca. *Exploracions*, 10: 47-57.
- GAY, S. & CHAMPSAUR, B. (1885): *Album de las Cuevas de Artá y Manacor*. Luis Fábregas; Librería Española. 50 pàgs + 25 gravats. Palma de Mallorca. Barcelona.
- GIANGRANDE, A. (1990): Censmenti dei polycheti dei mari italiani: Sabellidae Malmgren, 1867. *Atti. Soc. Tosc. Sci. Nat. Mem.*, 96: 153-189.

- GIBBS, P.E. (1971): The polychaete fauna of the Solomon Islands. *Bull.Br. Mus. nat. Hist*, 21: 101-211.
- GILI, J. M. & MACPHERSON, E. (1987): Crustáceos Decápodos capturados en cuevas submarinas del litoral Balear. *Inv. Pesq.*, 51 (supl. 1): 285-291.
- GINÉS, A. (1983): *Bioespeleología del karst mallorquín, datos ecológicos preliminares*. Tesi de Llicenciatura. Departamento de Ecología, *caves (endemic taxa underlined)*. Universidad de Palma de Mallorca. 219 pàgs. Inèdit.
- GINÉS, A. (1991): El carst del migjorn de Mallorca y su paralelismo con el carst yucateco. *1er Congreso Nacional de Espeleología*. Programas y resúmenes. Mérida.
- GINÉS, A. (1993): El conocimiento espeleotopográfico de las cavidades baleares (1862-1992). *Endins*, 19: 55-70.
- GINÉS, A. (1995): Els espeleotemes de les coves de Mallorca / The speleothems of Majorcan caves. In: GINÉS, A. & GINÉS, J. (eds.) *El carst i les coves de Mallorca / Karst and caves in Mallorca*. *Endins*, 20 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 3: 87-97. Palma de Mallorca.
- GINÉS, A. (1999): Edouard-Alfred Martel et la spéléologie à Majorque. *L'Année Martel 1997. L'homme qui voyageait pour les gouffres*. 291-300. França.
- GINÉS, A. (2000): Patterns of collapse chambers in the endokarst of Mallorca (Balearic Islands, Spain). *Acta Carsologica*, 29(2): 139-148. Ljubljana, Eslovènia.
- GINÉS, A. (2002): La fauna anquihalina de las Baleares un siglo después del descubrimiento de *Typhlocirolana moraguesi* Racovitza, 1905 / La fauna anquihalina de les Illes Balears un segle després del descobriment de *Typhlocirolana moraguesi* Racovitza, 1905. *Boletín SEDECK*, 3: 124-127.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1974): Consideraciones sobre los mecanismos de fosilización de la “Cova de Sa Bassa Blanca” y su paralelismo con las formaciones marinas del Cuaternario. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 19: 11-28.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1975): Los medios lacustres hipogeos representados en el karst mallorquín, y sus respectivas tendencias morfogénicas. *Endins*, 2: 9-12.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1977): Datos bioespeleológicos obtenidos en las aguas cársticas de la isla de Mallorca. *6è Simposium d'Espeleologia*. Escola Catalana d'Espeleologia – S.I.S. del C. E. de Terrassa. 81-95. Terrassa, Barcelona.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1987): Características espeleológicas del karst de Mallorca. *Endins*, 13: 3-19.



- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1992): Les coves del Drac (Manacor, Mallorca). Apuntes històrics y espeleogenéticos. *Endins*, 17-18: 5-20.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (2002): Estado actual del conocimiento científico del karst y de las cuevas de las Islas Baleares/ Estat actual del coneixement científic del carst i de les coves de les Illes Balears. *Boletín SEDECK*, 3: 26-45.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (2007): Eogenetic karst, glacioeustatic cave pools and anchialine environments on Mallorca Island: a discussion of coastal speleogenesis. *International Journal of Speleology*, 36 (2): 57-67. Bologna.
- GINÉS, A.; GINÉS, J. & PONS-MOYÀ, J. (1975): Nuevas aportaciones al conocimiento morfológico y cronológico de las cavernas costeras mallorquinas. *Speleon* (Monografía 1): 49-56.
- GINÉS, J. (1995a): L'endocarst de Mallorca: els mecanismes espeleogenètics. *Endins*, 20 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 3: 71-86.
- GINÉS, J. (1995b): Les coves turístiques de Mallorca. *Endins*, 20 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 20: 191-204.
- GINÉS, J. (2000): *El karst litoral en el levante de Mallorca: una aproximación al conocimiento de su morfogénesis y cronología*. Tesis Doctoral. Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears. 595 pàgs + 29 làms. Inèdit.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (1976): Ses coves del Pirata. *Endins*, 3: 41-45.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (1989): El karst en las Islas Baleares. In: DURÁN, J.J. & LÓPEZ-MARTÍNEZ, J. (eds.) *El karst en España*. Sociedad Española de Geomorfología. Monografía 4: 163-174. Madrid.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (2009): Proposta d'una nova classificació morfogenètica de les cavitats càrstiques de l'illa de Mallorca. *Endins*, 33: 5-18.
- GINÉS, J.; FORNÓS, J.J.; TRIAS, M.; GINÉS, A. & SANTANDREU, G. (2007): Els fenòmens endocàrstics de la zona de Ca n'Olesa: la cova de s'Ònix i altres cavitats veïnes (Manacor, Mallorca). *Endins*, 31: 5-30.
- GINÉS, J.; GINÉS, A.; FORNÓS, J.J.; GRÀCIA, F. & MERINO, A. (2008): Noves observacions sobre l'espeleogènesi en el migjorn de Mallorca: els condicionants litològics en alguns grans sistemes subterranis litorals. *Endins*, 32: 49-79.
- GINÉS, J.; GINÉS, A.; FORNÓS, J.J.; MERINO, A. & GRÀCIA, F. (2009a): On the role of hypogene speleogenesis in shaping the coastal endokarst of southern Mallorca (Western Mediterranean). In: KLIMCHOUK, A. B. & FORD, D. C. (eds.). *Hypogene*

*speleogenesis and karst hydrogeology of artesian basins*. Ukrainian Institute of Speleology and Karstology, Special Paper 1: 91 - 99. Simferopol, Ucraïna.

GINES, J.; GINÉS, A.; FORNÓS, J.J.; MERINO, A. & GRÀCIA, F. (2009b): About the genesis of an exceptional coastal cave from Mallorca Island (Western Mediterranean). The lithological control over the pattern and morphology of Cova des Pas de Vallgornera. In: WHITE, W. B. (ed.). *Proc. 15 th Int. Congress Speleol.*, 1: 481-487. Kerrville, U.S.A.

GRÀCIA, F. & CLAMOR, B.(2001a): La Cova de sa Gleda. *Subterrànea*, 16: 24-34.

GRÀCIA, F. & CLAMOR, B. (2001b): La cova de sa Gleda: necessitat de protecció del patrimoni càrstic mallorquí. In: PONS, G. X. (ed). *III Jornades del Medi Ambient de les Illes Balears. Ponències i resums*. 100 - 101. Soc. Hist. Nat. Balears.

GRÀCIA, F. & CLAMOR, B. (2002): Las exploraciones subacuáticas en el karst litoral del Migjorn de Mallorca / Les exploracions subaquàtiques al carst costaner del Migjorn de Mallorca. *Boletín SEDECK*, 3: 56 - 75.

GRÀCIA, F. & CLAMOR, B. (2004): Estat actual del coneixement de les cavitats litorals subaquàtiques de les Balears. In: PONS, G. X. (ed). *IV Jornades del Medi Ambient de les Illes Balears. Ponències i resums*, 16 - 22. Soc. Hist. Nat. Balears.

GRÀCIA, F. & CLAMOR, B. (2006a): Cova de sa Gleda. In: MAYORAL, D. & MATEU, T. (eds.). *Mallorca, bellezas en la oscuridad. Guía práctica y visual de la espeleología en Mallorca*. Espeleo Mallorca S.C. 239 – 248. Sant Llorenç des Cardassar, Mallorca.

GRÀCIA, F. & CLAMOR, B. (2006b): Cova des Coll. In: MAYORAL, D. & MATEU, T. (eds.). *Mallorca, bellezas en la oscuridad. Guía práctica y visual de la espeleología en Mallorca*. Espeleo Mallorca S.C. 229 – 238. Sant Llorenç des Cardassar, Mallorca.

GRÀCIA, F. & VICENS, D. (1998): Aspectes geomorfològics quaternaris del litoral de Mallorca. In: FORNÓS, J. J. (ed). *Aspectes geològics de les Balears*: 307 - 329. Universitat de les Illes Balears.

GRÀCIA, F.; WATKINSON, P.; MONSERRAT, T.; CLARKE, O. & LANDRETH, R. (1997): Les coves de la zona de ses Partions-Portocolom (Felanitx, Mallorca). *Endins*, 21: 5-36.

GRÀCIA, F.; CLAMOR, B. & WATKINSON, P. (1998a): La cova d'en Passol i altres cavitats litorals situades entre cala sa Nau i cala Mitjana (Felanitx, Mallorca). *Endins*, 22: 5-18.

- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; AGUILÓ, C. & WATKINSON, P. (1998b): La cova des Drac de cala Santanyí (Santanyí, Mallorca). *Endins*, 22: 55-66.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B. & LAVERGNE, J.J. (2000): Les coves de cala Varques (Manacor, Mallorca). *Endins*, 23: 41-57.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B. & WATKINSON, P. (2001a): Impacte ambiental de l'abocament d'aigües fecals a la cova d'en Bessó (Manacor). Estudi espeleològic i mesures d'actuació per a la salvaguarda d'una important cavitat subaquàtica del llevant de Mallorca. In: PONS, G. X. (ed). *III Jornades del Medi Ambient de les Illes Balears. Ponències i resums*, 102 - 103. Soc. Hist. Nat. Balears.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; WATKINSON, P. & LANDRETH, R. (2001b): La recerca subaquàtica a les cavitats de Mallorca. In: PONS, G. X. (ed). *III Jornades del Medi Ambient de les Illes Balears. Ponències i resums*: 109 - 111. Soc. Hist. Nat. Balears.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; GRACIA, P.; MERINO, A.; VEGA, P. & MULET, G. (2001c): Notícia preliminar del jaciment arqueològic de la Font de ses Aiguades (Alcúdia, Mallorca). *Endins*, 24: 59-73.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; LANDRETH, R.; VICENS, D. & WATKINSON, P. (2001d): Evidències geomorfològiques dels canvis del nivell marí. In: Pons, G & Guijarro, J. A. (Eds.). *El canvi climàtic*.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; GUAL, M.A.; WATKINSON, P. & DOT, M.A. (2003a): Les coves de Cala Anguila (Manacor, Mallorca). I: Descripció de les cavitats i història de les exploracions. *Endins*, 25: 23-42.
- GRÀCIA, F.; JAUME, D. RAMIS, D.; FORNÓS, J.J.; BOVER, P.; CLAMOR, B.; GUAL, M.A. & VADELL, M. (2003b): Les coves de Cala Anguila (Manacor, Mallorca). II: La cova Genovesa o cova d'en Bessó. Espeleogènesi, geomorfologia, hidrologia, sedimentologia, fauna, paleontologia, arqueologia i conservació. *Endins*, 25: 43-86.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; WATKINSON, P.; DOT, M.A. & LANDRETH, R. (2003c): La cova de les Llàgrimes (Alcúdia, Mallorca). *Endins*, 25: 131-140.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; JAUME, D.; FORNÓS, J.J.; URIZ, M.J.; MARTIN, D.; GIL, J.; GRACIA, P.; FEBRER, M. & PONS, G. (2005): La cova des Coll (Felanitx, Mallorca): Espeleogènesi, geomorfologia, hidrologia, sedimentologia, fauna i conservació. *Endins*, 27: 141-186.

- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; FORNÓS, J. J.; JAUME, D. & FEBRER, M. (2006a): El sistema Pirata-Pont-Piqueta (Manacor, Mallorca): Geomorfologia, espeleogènesi, hidrologia, sedimentologia i fauna. *Endins*, 29: 25-64.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; JAUME, D.; FEBRER, M. & VICENS, D. (2006b): La cova de s'Abisament (Sant Llorenç des Cardassar, Mallorca). *Endins*, 30: 101-108.
- GRÀCIA, F.; FORNÓS, J.J. & CLAMOR, B. (2007a): Cavitats costaneres de les Balears generades a la zona de mescla, amb importants continuacions subaquàtiques. In: PONS, G. X. & VICENS, D. (eds.). *Geomorfologia litoral i Quaternari. Homenatge a Joan Cuerda Barceló*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 14: 299-352.
- GRÀCIA, F.; FORNÓS, J.J.; CLAMOR, B.; FEBRER, M. & GAMUNDÍ, P. (2007b): La cova de sa Gleda I. Sector Clàssic, sector de Ponent i sector Cinc-cents (Manacor, Mallorca): Geomorfologia, espeleogènesi, sedimentologia i hidrologia. *Endins*, 31: 43 - 96.
- GRÀCIA, F.; FORNÓS, J.J.; GAMUNDÍ, P.; CLAMOR, B.; POCOVÍ, J. & PERELLÓ, M. A. (2009a): Les descobertes subaquàtiques a la cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca): Història i descripció dels descobriments, hidrologia, espeleotemes, sediments, paleontologia i fauna. *Endins*, 33: 35 - 72.
- GRÀCIA, F.; FORNÓS, J.J.; GAMUNDÍ, P.; CLAMOR, B. & POCOVÍ, J. (2009b): Morfologies de corrosió a la part submergida de la cova des Pas de Vallgornera. Sector Antic, sector de Gregal i sector de les Grans Sales (Llucmajor, Mallorca). *Endins*, 33: 73 - 98.
- GRÀCIA, F.; GINARD, A.; VICENS, D. & GINÉS, J. (2009c): Recull de les cavitats de major recorregut i major fondària de les Balears. *Endins*, 33: 139 - 152.
- GRÀCIA, J. (1972): Contribuyendo al estudio del karst del valle de Sant Vicenç de Pollença (Mallorca). Situación geográfica y geológica. Rasgos geomorfológicos. *Geo y Bio Karst*, 31: 12-14.
- GRUBE, A.E. (1863): Beschreibung neuer order wening bekannter Anneliden. Sechter Beitrag. *Arch. Naturgesch.*, 29: 37-69.
- GRUP NORD DE MALLORCA (1973): Observaciones sobre la Font de l'Algaret (Pollensa, Balears). *III Simposium Espeleología*. Escola Catalana d'Espeleologia - Agrupació Científico Excursionista de Mataró. 92-99. Mataró, Barcelona.
- HARDY, R. & TUCKER, M. (1988): X-ray powder diffraction of sediments. In: Tucker, M. ed. *Techniques in sedimentology*. Blacwel. Pàgs: 191-228.



- HILL, C.A. (1990): Sulfuric acid speleogenesis of Carlsbad Cavern and its relationship to hydrocarbons, Delaware Basin, New Mexico and Texas. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 74: 1685-1694.
- HILL, C. & FORTI, P. (1997): *Cave minerals of the world*. National Speleological Society. 463 pp.
- HUMPHREYS, W.; POOLE, A.; EBERHARD, S.M. & WARREN, D. (1999): Effects of research diving on the physico-chemical profile of Bundera Sinkhole, an anchialine remiped habitat at Cape Range, Western Australia. *Journal of the Royal Society of Western Australia*, 82: 99-108.
- JAUME, D. & BOXSHALL, G.A. (1995): A new species of *Exumella* (Copepoda: Calanoida: Ridgewayiidae) from anchialine caves in the Mediterranean. *Sarsia*, 80: 93-105.
- JAUME, D. & GRÀCIA, F. (2006): Coves amb hàbitats anquihalins de les Balears i coves amb hàbitats dolçaquícules no litorals: catàleg espeleològic i faunístic. *Endins*, 30: 71 - 82.
- JAUME, D.; GRÀCIA, F. & BOXSHALL, G.A. (2007): New genera of Bogidiellidae (Amphipoda: Gammaridea) from SW Pacific and Mediterranean marine caves. *Journal of Natural History*, 41 (5-8): 419-444.
- JAUME, D.; BOXSHALL, G.A. & GRÀCIA, F. (2008): *Stephos* (Copepoda: Calanoida: Stephidae) from Balearic caves (W Mediterranean). *Systematics and Biodiversity*, 6 (503-520). Cambridge University Press.
- JENNINGS, J. N. (1985): *Karst geomorphology*. Basil Blackwell, 1-293. Oxford.
- JENSON, J.W.; KEEL, T.M.; MYLROIE, J.R.; MYLROIE, J.E.; STAFFORD, K.W.; TABOROŠI, D. & WEXEL, C. (2006): Karst of the Mariana Islands: the interaction of tectonics, glacio-eustasy, and freshwater/seawater mixing in island carbonates. In: HARMON, R.S & WICKS, C. (eds.) *Perspectives on karst geomorphology, hydrology and geochemistry*. Geological Society of America, Special Paper 404: 129-138.
- KLIMCHOUK, A.B. (2007): *Hypogene speleogenesis: hydrogeological and morphogenetic perspective*. National Cave and Karst Research Institute. Special Paper 1. 106 pàgs. Carlsbad, New Mexico.
- KLIMCHOUK, A.B. & FORD, D.C. (2000): Lithologic and structural controls of dissolutional cave development. In: KLIMCHOUK, A.B.; FORD, D.C.; PALMER, A.N. & DREYBRODT, W. (eds.) *Speleogenesis. Evolution of karst aquifers*. National Speleological Society. 54-64. Huntsville, USA.

- KNIGHT-JONES, P.; KNIGHT-JONES, W.W. & ERGEN, Z. (1991): Sabelliform polychaetes mostly from Turkey's Aegean coast. *J. Nat. Hist.*, 25: 837-858.
- KNIGHT-JONES, P & PERKINS, T. H. (1998): A revision of *Sabella*, *Bispira* and *Styloma* (Polychaeta: Sabellidae). *Zool. J. Linn. Soc. London*, 123: 385-467.
- LOWE, D.J. (2000): Role of stratigraphic elements in speleogenesis: the speleoinception concept. In: KLIMCHOUK, A.B.; FORD, D.C.; PALMER, A.N. & DARDER, B. (1925): La tectonique de la région orientale de l'Ile de Majorque. *Bull. Soc. Géol. de France*, 4<sup>a</sup> série, 25 (4-5): 245-278. París.
- DARDER, B. (1930): Algunos fenómenos cársticos en la isla de Mallorca. *Ibérica*, 33 (818): 154-156. Tortosa, Tarragona.
- DREYBRODT, W. (eds.) *Speleogenesis. Evolution of karst aquifers*. National Speleological Society. 65-76. Huntsville, USA.
- LOWE, D.J. & GUNN, J. (1997): Carbonate speleogenesis: an inception horizon hypothesis. *Acta Carsologica*, 26 (2): 457-480. Ljubljana.
- LOZANO, R. (1884): *Anotaciones físicas y geológicas de la Isla de Mallorca*. Excma. Dip. Prov. Baleares. Imprenta Casa de Misericordia. págs. Palma de Mallorca.
- MAHEU, J. (1912): Exploration et flore souterraine des cavernes de Catalogne et des Iles Baléares. *Spelunca*, 8 (67-68): 1-108. París.
- MALUQUER, J. (1952): Sobre la cueva de "na Figuera" en Parella (Menorca). *Archivo de Prehistoria Levantina*, 3: 195-199. MASCARÓ, J. (1968): *Prehistoria de las Baleares*. Palma de Mallorca. 827 pp.
- MARTEL, E.A. (1896): Sous Terre. Cueva del Drach, a Majorque. *Ann. Club Alpin Franc.*, 23: 1-32.
- MARTEL, E. A. (1903): Les cavernes de Mallorque. *Spelunca*, 5 (32): 1-32. París.
- MARTEL, E.A. (1921): *Nouveau traité des eaux souterraines*. Librairie Octave Doin. 838 pàgs. Paris.
- MARTÍNEZ INGLÉS, AM (1991): *Estudio sistemático y ecológico de los poríferos del sureste ibérico*. Ph.D. Tesis, Universidad de Murcia, Facultad de Biología (Departamento de Biología Animal y Ecología), Murcia. 359 pp.
- MERINO, A. (1993): La Cova des Pas de Vallgornera. *Endins*, 19: 17-23.
- MERINO, A. (2000): Nuevas extensiones de la Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca). *Endins*, 23: 7-21.

- MERINO, A. (2002): La Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca). *Boletín SEDECK*, 3: 134-141. Madrid.
- MERINO, A. (2006): Espeleotemas poco frecuentes y morfologías de corrosión hallados en la Cova des Pas de Vallgornera. *Endins*, 30: 49 - 70.
- MERINO, A. (2007): Algunos espeleotemas poco habituales hallados en la Cova des Pas de Vallgornera. Nuevas observaciones. *Endins*, 31: 111 - 116.
- MERINO, A. (2008): Nueva aportación al conocimiento de los espeleotemas y morfologías existentes en la Cova des Pas de Vallgornera. *Endins*, 32: 43 - 48.
- MERINO, A.; MULET, A. & MULET, G. (2006): La Cova des Pas de Vallgornera: 23 kilómetros de desarrollo topografiado (Llucmajor, Mallorca). *Endins*, 30: 29 - 48.
- MERINO, A.; MULET, A.; MULET, G.; CROIX, A. & GRÀCIA, F. (2007): La Cova des Pas de Vallgornera: 40 kilómetros de desarrollo topografiado (Llucmajor, Mallorca). *Endins*, 31: 101-110.
- MERINO, A.; MULET, A.; MULET, G.; CROIX, A. & GRÀCIA, F. (2008): La Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca): alcanza los 55 kilómetros de desarrollo topografiado. *Endins*, 32: 33-42.
- MERINO, A.; FORNÓS, J. J. & ONAC, B. P. (2009a): Datos preliminares sobre la mineralogía de los precipitados asociados a los respiraderos y toberas existentes en la Cova des Pas de Vallgornera (Mallorca). *Endins*, 33: 99 - 104.
- MERINO, A.; MULET, A.; MULET, G.; CROIX, A. & GRÀCIA, F. (2009b): Cova des Pas de Vallgornera: an exceptional littoral cave from Mallorca Island (Spain). In: WHITE, W. B. (ed.). *Proc. 15 th Int. Congress Speleol.*, 1: 522-527. Kerrville, U.S.A.
- MESTRE, G. (1980): *La incògnita del mundo subterràneo mallorquíu*. Antigua Imprenta Soler. 101 pàgs. Palma de Mallorca.
- MIR, F. (1979): Noves aportacions al coneixement de les coves de Menorca. *Endins*, 5-6: 19-28. Palma de Mallorca.
- MONTORIOL-POUS, J. (1951): Los procesos clásticos hipogeos. *Rassegna Speleol. Italiana*, 3 (4): 119-129. Como.
- MONTORIOL-POUS, J. (1970): Nota sobre la Cova del Drac de Santanyí (Mallorca). *Speleon*, 17: 41-46.
- MONTORIOL-POUS, J. (1971): Estudio de una captura kárstico-marina en la isla de Cabrera (Balears). *Acta Geológica Hispánica*. 6 (4): 89-91. Barcelona.

- MONTORIOL-POUS, J. & ASSENS, J. (1957): Estudio geomorfológico e hidrogeológico del karst de la península de s'Albufereta (Fornells, Menorca). *Rassegna Speleologica Italiana*, 9: 3-48.
- MYLROIE, J.E. (1983): Karst Geology and Pleistocene history of San Salvador Island, Bahamas. In: GERACE, D.T. (ed.) *Proceedings of the First Symposium on the Geology of San Salvador Island, March 22–25, 1982*. CCFL. 6-11. Ft Lauderdale, Florida.
- MYLROIE, J.E. & CAREW, J.L. (1986): Minimum duration for speleogenesis. *Com. 9º Cong. Intern. Espeleol.*, 1: 249-251. Barcelona.
- MYLROIE, J. E. & CAREW, J. L. (1988): Solution conduits as indicators of late Quaternary sea level position. *Quaternary Science Reviews*, 7: 55-64.
- MYLROIE, J.E. & CAREW, J.L. (1990): The flank margin model for dissolution cave development in carbonate platforms. *Earth Surface Processes and Landforms*, 15: 413-424.
- MYLROIE, J.E. & CAREW, J.L. (1997): Land use and carbonate island karst. In BECK, B.F. & STEPHENSON, J.B. (eds.) *The engineering geology and hydrogeology of karst terranes*. Brookfield. 3-12. Balkema.
- MYLROIE, J.E. & CAREW, J.L. (2000): Speleogenesis in coastal and oceanic settings. In: KLIMCHOUK, A.B.; FORD, D.C.; PALMER, A.N. & DREYBRODT, W. (eds.) *Speleogenesis. Evolution of karst aquifers*. National Speleological Society. 226-233. Huntsville, USA.
- MYLROIE, J.R. & MYLROIE, J.E. (2007): Development of the carbonate island karst model. *Journal of Karst and Cave Studies*, 69 (1): 59-75. Huntsville, USA.
- NÚÑEZ JIMENEZ, A. (1967): *Clasificación genética de las cuevas de Cuba*. Academia de las Ciencias de Cuba.
- PALMER, A.N. (1975): The origin of maze caves. *National Speleological Society Bulletin*, 37: 56-76. Huntsville, USA.
- PALMER, A.N. (1991): Origin and morphology of limestone caves. *Geological Society of America Bulletin*. 103 (1): 1-21.
- PALMER, A.N. (2000): Hydrogeologic control of cave patterns. In: KLIMCHOUK, A.B.; FORD, D.C.; PALMER, A.N. & DREYBRODT, W. (eds.) *Speleogenesis. Evolution of karst aquifers*. National Speleological Society. 77-90. Huntsville, USA.
- PALMER, A.N. (2007): Cave Geology. Cave Books. 454 pp. Dayton.



- PALMER, A.N.; PALMER, M.V. & QUEEN, J.M. (1977): Geology and the origin of caves in Bermuda. *Proceedings 7<sup>th</sup> International Speleological Congress*. 336-338. Sheffield.
- PLUMMER, L.N. (1975): Mixing of sea water with calcium carbonate ground water. In: WHITTEN, E.H.T. (ed.) *Quantitative studies in geological sciences*. Geological Society of America Mem. 142: 219-236.
- POMAR, L. (1979): La evolución tectonosedimentaria de las Baleares: Análisis crítico. *Acta Geológica Hispánica*, 14: 293-310.
- POMAR, L. (1979): La evolución tectonosedimentaria de las Baleares: Análisis crítico. *Acta Geológica Hispánica*, 14: 293-310.
- POMAR, L.; ESTEBAN, M.; CALVET, F. & BARÓN, A. (1983): La Unidad Arrecifal del Mioceno Superior de Mallorca. En: POMAR, L., OBRADOR, A., FORNÓS, J.J. & RODRÍGUEZ-PEREA, A. (eds.) *El Terciario de las Baleares*. Guía de las Excursiones del X Congreso Nacional de Sedimentología. Menorca. 139-175.
- POMAR, L.; WARD, W.C. & GREEN, D.G. (1996): Upper Miocene reef complex of the Llucmajor area, Mallorca, Spain. In: FRANSEEN, E.; ESTEBAN, M.; WARD, W.C. & ROUCHY, J.M. (eds.) *Models for carbonate stratigraphy from Miocene reef complexes of the Mediterranean regions*.
- SEPM Concepts in Sedimentology and Paleontology, 5: 191-225.
- PONS, G. X.; JAUME, D.; GRÀCIA, F. & VICENS, D. (2001): Cavitats càrstiques de les Illes Balears Lloc d'Interès Comunitari (LICs). In: PONS, G. X. (ed) *Ponències i resums III Jornades del Medi Ambient de les Illes Balears*: 310-312. Soc. Hist. Nat. Balears.
- PRECIADO, I. (2002): *Demosponjas litorales del entorno de la ría de Mouro (Santander, mar Cantábrico): taxonomía y ecología*. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid, 316 pp.
- PRETUS, J.L. (1981): Nota preliminar a l'estudi de la distribució del gènere *Typhlocirolana* Racovitza (Crustacea, Isopoda). Primera cita a Menorca. *Endins*, 8: 21-24.
- PROCTOR, C. J. (1988): Sea-level related caves on Berry Head, South Devon. *Cave Science*, 15. n° 2: 39-49.
- RACOVITZA, E.G. (1905): *Typhlocirolana moraguesi* n. g. n. sp. isopode aquatique cavernicole des grottes du Drach (Baléares). *Bull. Soc. Zool. de France*, 30: 72-80.

- RAMIS, D. & BOVER, P. (2001): A review of the evidence for domestication of *Myotragus balearicus* Bate 1909 (Artiodactyla, Caprinae) in the Balearic Islands. *Journal of Archaeological Science*, 28: 265-282.
- RENAULT, Ph. (1967-68): Contribution à l'étude des actions mécaniques et sédimentologiques dans la spéléogénèse. *Annales de Spéléologie*, 22: 5-21 and 209-267; 23: 259-307 and 529-596.
- RHOADES, R. & SINACORI, N.M. (1941): Patterns of groundwater flow and solution. *Journal of Geology*, 49: 785-794.
- RIERA, T., VIVES, F. & GILI, J.M. (1991): *Stephos margalefi* sp. nov. (Copepoda: Calanoida) from a submarine cave of Majorca Island (Western Mediterranean). *Oecol. aquat.*, 10: 317-324.
- RIPOLL, F. & ROCA, L. (1974): Algunas observaciones sobre sa Font des Verger y su funcionamiento hidrológico. *Endins*, 1: 21-24.
- RODÉS, L. (1925): Los cambios de nivel en las cuevas del Drach (Manacor, Mallorca) y su oscilación rítmica de 40 minutos. *Mem. Acad. Cienc. Art. Barcelona*, 19 (7): 207-221. Barcelona.
- ROMERO, M. (1975): Noticia de la Cova dels Estudiants (Sóller, Mallorca). *Endins*, 2: 35-37.
- SALVÀ, B. (1997): Les coves naturals de Portocolom i la seva ocupació humana al llarg del temps. *Endins*, 21: 93-101.
- SASTRE, M. (2000): Molins aiguaders i espais irrigats d'Algaida. Hort de Son Gener, font de Randa i aquífer subterrani. *Es Saig*, 235/236: 8-16.
- SKET, B. (1986): Ecology of the mixohaline hypogean fauna along the Yugoslav coasts. *Stygologia*, 2 (4): 317-338.
- SLABE, T. (1995): *Cave Rocky Relief and its Speleogenetical Significance*. Znanstvenoraziskovalni Center SAZU. Ljubljana. Pàgs 128.
- SMART, P.; BEDDOWS, P.; COKE, J.; DOERR, S.; SMITH, S. & WHITAKER, F. (2006): Cave development on the caribbean coast of the Yucatan Peninsula, Quintana Roo, Mexico. *Geological Society of America Perspectives on karst geomorphology, hydrology and geochemistry: A tribute volume to Derek Ford and William White*. 105-128. 345 pàgs.
- SUÁREZ, M. (1993): Aportació al coneixement espeleològic del cap des Pinar a Alcúdia (Mallorca). *Endins*, 19: 25-28.

- SWEETING, M. M. (1972): *Karst Landforms*. Mc Millan Press, 362 pàgs. London.
- SWEETING, M.M. (ed.) (1981): *Karst Geomorphology*. Hutchinson Ross Publishing Company. Benchmark Papers in Geology, Vol. 59. 429 pàgs. Stroudsburg, Pennsylvania.
- SWINNERTON, A.C. (1932): Origin of limestone caverns. *Geological Society of America Bulletin*, 43: 662-693.
- TOPSENT,E. (1892): Diagnoses d'Eponges nouvelles de la Méditerranée et plus particulièrement de Banyuls. *Archs. Zool. exp. gén. 2ème série*, 10: 17-28.
- TOPSENT,E (1895): Etude monographique des Spongiaires de France. II. *Carnosa*. *Archs. Zool. exp. gén. 3ème série*, 3: 493-590.
- TOPSENT,E (1900): Étude monographique des Spongiaires de France. III. Monaxonida. (Hadromerina). *Archs. Zool. exp. gén. 3ème série*, 8: 1-331.
- TRIAS, M. (1981): Notícia preliminar del jaciment islàmic de la cova dels Amagatalls. *Endins*, 8: 59-74.
- TRIAS, M. (1982): Noves dades sobre les cavernes pitiuses. *Endins*, 9: 15-27.
- TRIAS, M. (1986): Contribució al catàleg espeleològic de Formentera. *Endins*, 12: 25-29.
- TRIAS, M. (1992): Noves dades sobre la cova dels Coloms 1 (Manacor, Mallorca). *Endins*, 17/18: 21-23.
- TRIAS, M. (1993): Catàleg espeleològic. In: J.A. ALCOVER; E. BALLESTEROS & J.J. FORNÓS (eds), *Història Natural de l'Arxipèlag de Cabrera*: 131-152. Palma de Mallorca: Ed. Moll - CSIC.
- TRIAS, M. (1995): Arqueologia de les cavernes de Mallorca. *Endins*, 20: 171-190.
- TRIAS, M. (1998): La Font des Patró Lau (Sóller, Mallorca). *Endins*, 22: 51-54.
- TRIAS, M. (2000): La Cova des Moro (Manacor, Mallorca) i alguns destacats aspectes de la seva morfologia. *Endins*, 23: 73-77.
- TRIAS, M. (2004): El paisatge subterrani meridional de Menorca. In: J.J. FORNÓS; A. OBRADOR & V.M. ROSSELLÓ (eds), *Història Natural del Migjorn de Menorca*. *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 11: 275-290.
- TRIAS, M. & MIR, F. (1977): Les coves de la zona de Can Frasquet –Cala Varques. *Endins*, 4: 21-42.
- TRIAS, M. & GINÉS, J. (1989): Algunes noves cavitats de l'Illa de Menorca. *Endins*, 14/15: 5-16.

- TUCCIMEI, P.; GINÉS, J.; GINÉS, A.; FORNÓS, J. J. & VESICA, P. (1998): Dataciones Th/U de espeleotemas freáticos controlados por el nivel marino, procedentes de cuevas costeras de Mallorca (España). *Endins*, 22: 99-107.
- VESICA, P. L.; TUCCIMEI, P.; TURI, B.; FORNÓS, J. J.; GINÉS, A. & GINÉS, J. (2000a): Late Pleistocene Paleoclimates and sea-level change in the Mediterranean as inferred from stable isotope and U-series studies of overgrowths on speleothems, Mallorca, Spain. *Quaternary Science Reviews*, 19: 865-879.
- TUCCIMEI, P.; GINÉS, J.; DELITALA, C.; PAZZELLI, L.; TADDEUCCI, A.; CLAMOR, B.; FORNÓS, J.J.; GINÉS, A. & GRÀCIA, F. (2000b): Dataciones Th/U de espeleotemas freáticos recolectados a cotas inferiores al actual nivel marino en cuevas costeras de Mallorca (España): aportaciones a la construcción de una curva eustática detallada de los últimos 300 ka para el Mediterráneo Occidental. *Endins*, 23.
- TUCCIMEI, P.; GINÉS, J.; DELITALA, M.C.; GINÉS, A.; GRÀCIA, F.; FORNÓS, J.J. & TADDEUCCI, A. (2006): Last interglacial sea level changes in Mallorca island (Western Mediterranean). High precision U-series data from phreatic overgrowths on speleothems. *Zeitschrift für Geomorphologie N.F.*, 50 (1): 1-21. Berlin.
- VACHER, H.L. & MYLROIE, J.E. (2002): Eogenetic karst from the perspective of an equivalent porous medium. *Carbonates and Evaporites*, 17 (2): 182-196.
- VICENS, D. & PLA, V. (2001): L'Equip Mallorquí d'Espeleologia (EME): primer grup espeleològic mallorquí. *Endins*, 24: 113-127.
- VIVES, S. (1973): Manacor 71. *S.I.S.*, 3: 4-12.
- WHITE, W. B. (1988): *Geomorphology and hydrology of karst terrains*. Oxford University Press, 1-464. New York.
- WHITE, W.B. & CULVER, D.C. (eds.) (2007): *Benchmark papers in karst science*. Karst Water Institute. Special Publication, 11. 590 pàgs. Leesburg, VA.
- WHITE, E. L. & WHITE, W. B. (1969): Processes of cavern breakdown. *National Speleological Society Bulletin*, 31: 86-96.
- WHITE, E. L. & WHITE, W. B. (2000): Breakdown morphology, in Speleogenesis, evolution of karst aquifers. *National Speleological Society Bulletin*, 427-429. Huntsville.



